# Stallhygienische Untersuchungen in Rinderställen des Kreises Laufen/Obb.

Ferenc Szoldatits

1962

Aus dem Institut für Mikrobiologie und
Infektionskrankheiten der Tiere
der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. A. Meyn

# STALLHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN IN RINDERSTÄLLEN DES KREISES LAUFEN/OBB.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Ferenc Szoldatits

aus

Szentpeterfa/Ungarn

München 1962

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Ullrich

Referent: Prof. Dr. M. Rolle

Tag der Promotion: 27. 7. 1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

MEINEN LIEBEN ELTERN

UND MEINER LIEBEN FRAU

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546824_0026

# INHALTSVERZEICHNIS


| | | Seite |
|---|---|---|
| A. | EINLEITUNG | 1 |
| B. | SCHRIFTTUM | 3 |
| | I. Allgemeines | 3 |
| | II. Hygiene im Stall | 4 |
| | 1. Bauliche Voraussetzungen | 4 |
| | a) Lage und Größe des Stalles | 4 |
| | b) Stallbauteile | 5 |
| | c) Aufstallung der Rinder | 9 |
| | 2. Stallklima | 14 |
| | a) Temperatur | 14 |
| | b) Luftfeuchtigkeit | 17 |
| | c) Kohlendioxyd | 19 |
| | d) Belüftung | 21 |
| | e) Belichtung | 23 |
| | f) Abkühlungsgröße und Luftbewegung | 24 |
| C. | EIGENE UNTERSUCHUNGEN | 26 |
| | I. Das Untersuchungsgebiet | 26 |
| | II. Material und Methodik | 28 |
| | III. Untersuchungsergebnisse | 31 |
| | a) Gruppe I | 31 |
| | b) Gruppe II | 37 |
| | c) Gruppe III | 41 |
| | IV. Besprechung der Ergebnisse | 45 |
| | a) Luftraum | 45 |
| | b) Temperatur | 45 |
| | c) Luftfeuchtigkeit | 46 |
| | d) Kohlendioxyd | 47 |
| | e) Belichtung | 47 |
| | f) Abkühlungsgröße und Luftbewegung | 48 |
| | g) Belüftung | 49 |
| | V. Zusammenfassung | 50 |
| | VI. Literaturverzeichnis | 52 |
| | VII. Lebenslauf | |

# A. EINLEITUNG

Jede viehwirtschaftliche Leistungssteigerung ist eng mit dem Wohlbefinden der Tiere verknüpft und gesunde Stallverhältnisse sind dafür die erste Voraussetzung. In der täglichen Praxis kann jeder Tierarzt immer wieder Zusammenhänge zwischen Tiergesundheit und Stallhygiene feststellen. Ohne Zweifel ist ein gesunder Stall eine Prophylaxe, die in der Bekämpfung von Tierkrankheiten große Beachtung verdient. Leistungszucht und Qualitätsfütterung genügen nun einmal nicht, wenn unzulängliche Stallverhältnisse herrschen. Die wenigsten Ställe in den heutigen landwirtschaftlichen Betrieben Süddeutschlands sind vom Gesichtspunkt der Hygiene geeignet, den Tieren die Verhältnisse zu bieten, in denen sie die bezüglich der Qualität wie Quantität gestiegenen Anforderungen erfüllen könnten.

Obwohl der deutschen Landwirtschaft jährlich große Beträge von staatlichen Stellen in Form von verbilligten Krediten und Zuschüssen aller Art zufließen, wurde der Wichtigkeit des Baues geeigneter Ställe bisher wenig Bedeutung zugemessen. Was beispielsweise für die Mechanisierung und Motorisierung der Landwirtschaft ausgegeben wird, steht in keinem Verhältnis zu den Aufwendungen für die Verbesserung der Stallhygiene. Während mit der steigenden Technisierung in vielen Zweigen der Landwirtschaft erhebliche Fortschritte erzielt wurden, sind die landwirtschaftlichen Betriebsgebäude im wesentlichen die gleichen geblieben. Die Einrichtungen und der bauliche Zustand der meisten Ställe entsprechen weder einer rationellen Arbeitswirtschaft, noch bieten sie die Voraussetzung für die erforderliche Gesundheitspflege der Tiere.

Die Forderung einer Verbesserung dieser allgemein schlechten stallhygienischen Verhältnisse kann aber heute nicht mehr zurückgestellt werden. Es steht ohne Zweifel fest, daß, wenn wir uns heute auch erst am Anfang einer rationalisierten Nahrungsmittelproduktion mit ihren hohen Ansprüchen an die Hygiene befinden, so wird die Zukunft noch größere Ansprüche an alle landwirtschaftlichen Erzeugnisse stellen. Jeder neuzeitliche Landwirt, dem wirtschaftliches Denken eigen ist, muß sich daher mit diesem Problem beschäftigen, wenn er mit den steigenden Marktforderungen Schritt halten will. Wer in Zukunft wett-

bewerbsfähig sein möchte, muß das Betriebsmittel "Stallgebäude" so verbessern, daß es den Anforderungen der Tierzucht, der Tiergesundheit und Stallhygiene entspricht.

Um über die z.Zt. in Süddeutschland herrschenden Stallverhältnisse ein Bild zu bekommen, wurde mir vom Vorstand des Tierhygienischen Instituts der Universität München, Herrn Prof. Dr. A. Meyn, die Aufgabe gestellt, in Rinderstallungen des Landkreises Laufen/Obb. stallklimatische Untersuchungen durchzuführen.

# B. SCHRIFTTUM

## I. ALLGEMEINES

Das ursprünglich auf freier Wildbahn lebende Tier wurde im Laufe der Zeit vom Menschen zum nutzbaren Haustier gemacht und durch die Stallhaltung zum großen Teil seiner natürlichen Umwelt entzogen.

Neben der Aufgabe der Futterversorgung und Gesundheitspflege obliegt damit dem Menschen die Pflicht, dem Tier, das die meiste Zeit im Stall verbringt, günstige Lebensbedingungen zu schaffen, die weitgehendst den natürlichen Umständen entsprechen. Bisher wurde diesem Umstand wenig Bedeutung zugemessen. Die Tiere lebten in viel zu kleinen und engen Ställen mit schlechtesten Licht- und Luftverhältnissen. Daß sich diese schlechte Haltungsweise ungünstig auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere auswirkt, ist selbstverständlich. Deshalb sollten alle zur Zeit bestehenden Möglichkeiten veraltete Ställe zu verbessern und die Richtlinien, die neuen Ställe den jetzigen Erkenntnissen entsprechend zu bauen, in Versammlungen, Fortbildungskursen, landwirtschaftlichen Zeitungen und Beratungsstellen immer wieder eindringlich an die Landwirte herangetragen werden.

Die Bedingungen, die Nusshag (37) an den hygienisch einwandfreien Stall stellt, sind folgende:

1. daß er angemessen groß
2. so hell wie möglich
3. trocken
4. gut belüftet und
5. gut eingerichtet ist.

Im Folgenden werde ich zu zeigen versuchen, wie diese Forderungen von der Landwirtschaft des In- und Auslandes realisiert werden und welches Bild sich anhand der Literatur über den derzeitigen Stand der Stallhygiene ergibt.

## II. HYGIENE IM STALL

### 1. Bauliche Voraussetzungen

#### a) Lage und Größe des Stalles

Bezüglich der Lage des Stalles sind verschiedene Gesichtspunkte zu erwägen. Arbeitswirtschaftlich soll sich der Stall der übrigen Hofanlage eingliedern. Es sollten sich ebenfalls die Besonnungs- und Windverhältnisse möglichst vorteilhaft auswirken. Es steht also fest, daß nicht willkürlich beim Stallneubau oder Umbau verfahren werden kann, denn zwei Faktoren des Außenklimas, die Sonnenbestrahlung und der Wind, haben nach Ober (38) einen großen Einfluß auf das Klima des Stalles. Besonders in Gegenden mit ganzjähriger Stallhaltung ist den Tieren eine ausreichende Lichtzufuhr zu gewährleisten. Gute Lichtverhältnisse erziehen außerdem das Stallpersonal zur Sauberhaltung der Tiere. Sonnenlicht wirkt auch als natürliche Heilkraft und dient der Verhütung und Bekämpung bestimmter Tierkrankheiten.

Die Nord-Süd-Richtung eines Stalles hat sich als sehr günstig erwiesen. Bei dieser Stallage zeigen die Längsfronten nach Osten und Westen. Die Morgen- und Abendsonne kann so beide Stallhälften erreichen, während die heiße Mittagssonne entfällt. Die an den West- und Ostfronten angebrachten Fenster dienen hierbei zugleich als natürliche Lüftungseinrichtung, da in unserer Gegend Westen die Hauptwindrichtung ist. Eine natürliche Stalldurchlüftung ist also gewährleistet.
Die Ost-West-Richtung mit einem Verlauf der Längsfronten nach Süden und Norden wirkt sich besonders im Sommer ungünstig aus. Die heiße Mittagssonne fällt in den Stall und erhöht die Stalltemperatur in den Sommermonaten erheblich. Außerdem ist die natürliche Durchlüftung von Westen her nicht ausgenützt.

Die Stallgröße hängt von der Anzahl der Tiere ab, wobei bei den einzelnen Autoren gewisse Unterschiede in den Angaben des optimalen Raumbedarfes auftreten. So fordern z.B. Dahmen (6) und Klimmer (23) 20 - 30 cbm je GVE, Rolle (45) 20 cbm je GVE. Daß das Stallgebäude nicht übermäßig groß angelegt wird, liegt schon im Interesse des Bauherrn, um die Baukosten möglichst niedrig zu halten. Für den geschlossenen Stall kommt aber noch

hinzu, daß sich Wärmehaushalt und Stallklima leichter regulieren lassen, wenn der Luftraum pro Großvieheinheit nicht zu hoch bemessen ist. Andererseits muß den Tieren ausreichend Raum zur Verfügung stehen, schon um genügend Frischluft zu gewährleisten. In Rinderställen mit mehr als 20 Großvieheinheiten können gesunde klimatische Verhältnisse viel leichter hergestellt werden als in solchen mit 10 - 20 Großvieheinheiten oder gar in gemischten Ställen, in denen neben Rindern auch Schweine untergebracht sind. In kleinen Ställen mit wenig Tieren ist das Verhältnis zwischen dem wärmeerzeugenden Besatz und den Abkühlungsflächen am ungünstigsten. Der kleine Stall erfordert daher einen größeren Wärmeschutz.

### b) Stallbauteile

Durch gute Isolierung der Bauteile und Einrichtung einer gut arbeitenden Be- und Entlüftung kann man ein den Tieren bekömmliches und für den arbeitenden Menschen vorteilhaftes Klima schaffen.

Gute Luftqualität, optimale Temperaturen, ausreichende zugfreie Lüftung und niedere Luftfeuchtigkeit lassen sich nur dann erreichen, wenn der Wärmeschutz der Bauteile der Wärmeproduktion der Tiere angepaßt ist. Unter Berücksichtigung des Wärmeverlustes durch die dauernd notwendige Lüftung ist der Wärmeschutz der Bauteile an die gleichbleibende Wärmeproduktion der Tiere anzugleichen.

Die Qualität des Stalles wird vom Fachmann auch nach seinem Trockenheitsgrad beurteilt. Die Oberflächentemperaturen von Decken, Wänden und Türen dürfen nicht unter den Taupunkt des Stalles absinken, wenn sichtbare Wasserbildung vermieden werden soll.

Den Stallwänden
obliegt neben ihrer statischen Funktion als tragende Bauteile die Aufgabe, als Wetterschutz zu dienen. Sie sollen zudem zusammen mit den übrigen Bauteilen einen Wärmeschutz gewährleisten und jede Nässebildung an den Oberflächen und in den Bauteilen verhindern. Die Ursache eines schlechten Stallklimas ist vom wärmetechnischen Gesichtspunkt oft in der fehlerhaften Ausführung der Umfassungsmauern zu suchen. Diese Mängel führen im Winter zu übermäßigen Wärmeverlusten. Infolgedessen wird die Lüftung vom Stallpersonal gedrosselt und das Stallklima verschlechtert sich auffallend. Als Baumaterial für die Umfassungswände kommt also nur Material in Frage, das porös und schlecht wärmeleitend ist. Diese Bedingungen erfüllen die heutzutage

verwendeten Voll- und Lochziegel. Bevorzugt werden die modernen Hochlochziegel; d.h. Mauerziegel verschiedenen Formats, die senkrecht zur Lagefläche gelocht sind. Diese Hochlochziegel bewirken eine gute Wärmedämmung, da die in den Lochungen eingeschlossene ruhende Luft ausgezeichnet isolierend wirkt. Holz nimmt nach wie vor eine sehr gute Stellung als Material für Umfassungsmauern ein. Es vereinigt wärmetechnisch alle Vorteile in sich. Besonders günstig sind hier doppelte Holzwände mit Zwischenfüllungen von Torf und dergleichen. Ein Nachteil der Holzwand liegt allerdings in ihrer Feuergefährdung. Auch ist dieses Material den Wettereinwirkungen nicht so gewachsen wie z.B. Ziegelsteine. Ungünstig für Stallwände sind dichte Natursteine und Schwerbeton, da sie gute Wärmeleiter sind, also eine schlechte Wärmedämmung besitzen.
Die Wandstärke hat sich nach den klimatischen Verhältnissen und dem verwendeten Material zu richten. Für Ziegelwände z.B. verlangt Ober (38) eine Stärke von 49 cm, was praktisch eine Stärke mit Außen- und Innenverputz von 54 cm bedeutet.

Die Anschauungen über die Wandatmung haben sich gründlich geändert. Es ist zweifellos besser, wenn durch den Innenverputz keine Luft oder gar Kondenzfeuchtigkeit in die Wand eindringen kann. Sie richtet, ammoniak- und wasserdampfgesättigt, dort nur Unheil an, bevor sie durch die Wand diffundiert und an der Außenfläche verdunstet. Fest steht, daß die Verdunstung an der Außenfläche nicht behindert werden darf, der Außenverputz darf also auf keinen Fall luftdicht sein.

Die veralteten Ställe erfüllen bei weitem die Anforderungen nicht, die im Interesse der Tiergesundheit an sie gestellt werden. Manchmal läßt sich jedoch eine Verbesserung der Wärmedämmung der stark wärmeleitenden Stallwände auf das heute für notwendig erachtete Maß verhältnismäßig einfach und billig erreichen. In solchen Fällen wird eine Ziegelwand unter Zwischenlage einer Dämmplatte aus Mineralfaser vorgesetzt. Die dadurch entstehende Luftschicht wirkt isolierend und wärmedämmend. Wichtig ist jedoch, daß keine Dämmplatten aus organischen Stoffen wie Holzwolle oder Stroh verwendet werden, da sonst Fäulnisgefahr besteht.

Die Stalldecke
beeinflußt in gleichem Maße wie die Stallwände das Stallklima.
Ähnlich wie bei den Außenwänden, so ist auch bei der Stalldecke ihr Wärmeschutz entscheidend. Das zusätzliche Versehen mit Wärmedämmschichten ist bei der Stalldecke leicht zu lösen, indem über der gesamten Deckenfläche Heu oder Stroh gelagert wird. Durch eine solche Isolation kann auch

eine Stalldecke, die vom wärmetechnischen Gesichtspunkt aus die Anforderungen nicht erfüllt, nachträglich leicht verbessert werden.

Die am häufigst vorkommenden Deckentypen möchte ich nachfolgend kurz schildern:
In alten Ställen findet man noch das Böhmische Gewölbe, das ohne Eisen und Holz aus radial geschichteten Mauersteinen frei über den Raum in großen Bögen geführt ist. Diese Deckenart wäre in wärmetechnischer Hinsicht vertretbar, doch wird sie wegen ihrer veralteten Bauweise nicht mehr gebaut. Heutzutage trifft man häufig das Schienen-Ziegel-Gewölbe, das aus Eisenträgern und Voll- oder Lochziegeln besteht. Diese Deckenkonstruktion ist zwar in ihrer Tragfähigkeit, nicht aber vom wärmetechnischen Gesichtspunkt ausreichend. Die Eisenträger bilden Wärmebrücken, an denen sich leicht Schwitzwasser bildet. Besondere Beachtung ist deshalb dem Wärmeschutz der Eisenträger zu schenken. In Neubauten finden meist Massivdecken aus Ziegelhohlkörpern, genannt Hourdis-Ziegel, Verwendung. Wärmetechnisch sind sie besonders hochwertig, bedingt durch die Qualität des feinporig gebrannten Tons sowie durch die Luftkammern im Deckenquerschnitt, die im Sinne des Wärmestroms angeordnet sind. Sie beeinflussen in Verbindung mit Hochlochziegelwänden das Stallklima in außerordentlich vorteilhafter Weise. Holzdekken werden zwar wegen ihrer gemauerten Decken gegenüber geringeren Dichtigkeit und Feuerunsicherheit nicht mehr gebaut, sind aber von vielen Autoren wegen ihrer Wärmedämmfähigkeit als hervorragend bezeichnet worden.

Der Stallboden
wird durch das ständige Treten der Tiere auf engem Raum, die Einwirkung des Harns und der Reinigungswerkzeuge außerordentlich beansprucht. Haupteigenschaft eines zweckmäßigen Stallbodens muß daher Dauerhaftigkeit sein. Hinsichtlich seines Einflusses auf das Stallklima soll er zwei Hauptaufgaben erfüllen. Die eine ist die gleiche wie für die übrigen inneren Begrenzungsflächen, und zwar nach bestem Vermögen zum Gleichgewicht des Wärmehaushaltes im Stall beizutragen, damit die von den Tieren erzeugte Wärme zur Aufrechterhaltung der gewünschten Stalltemperatur und zur Deckung der bei der Belüftung verlorengehenden Wärme ausreicht. Die andere Aufgabe besteht darin, einen zu großen Wärmeabgang vom Tierkörper zu verhindern, wenn das Tier auf dem Fußboden liegt, was zur Erhöhung des Wohlbefindens bei den Tieren beiträgt. Wichtig zur Erfüllung dieser Voraussetzungen ist der Bodenaufbau am eigentlichen Standplatz. Die Grundlage hierfür bildet eine Steinpacklage aus Schlacken oder Grobkies. Sie schützt die gesamte Stallfläche vor Bodenfeuchtigkeit. Darauf ruht eine Magerbetonschicht oder Bitumen-

pappe gegen eventuell aufsteigende Bodenfeuchtigkeit. Erst auf dieser Unterlage wird der eigentliche Standbelag verlegt.
Holzbohlenböden werden wegen ihrer ungleichen Struktur (Jahresringe und Äste) ungleichmäßig abgenützt. Stietenroth (57) lehnt aus diesen Gründen die Verwendung von Holz für Stallböden ab. Durch die Harneinwirkung wird das Holz auch rasch feucht, also gut wärmeleitend und bietet keinen Wärmeschutz. Zement- und Betonböden sind grundsätzlich abzulehnen, da sie zu hart und zu stark wärmeleitend sind. Fugenlose Estriche (Steinit, Stallit) dagegen sind ebenso feuchtigkeitsundurchlässig wie Beton und verhindern das Eindringen der Nässe von oben und unten, doch sind sie weicher und wärmer. Die Oberfläche eines Steinitbodens bietet durch Beimischung von Quarzsand einen guten gleitsicheren Stand. Nach Zorn (64) empfehlen sich als Bodensteinmaterial für die Lagerplätze der Tiere hartgebrannte gewöhnliche Ziegelsteine, hartgebrannte Ziegelhohlsteine (spezielle Stallbodensteine), Harrizitsteine, Asphaltauflage und Bitumen.

Jeder Stallboden muß so geneigt sein, daß einerseits der Harn abfließt, andererseits die Tiere durch die Neigung nicht belästigt werden. Das Gefälle in einem Rinderstall sollte 6 - 7 cm auf 3 m Standlänge betragen.

Das Stallfenster
Die Hauptaufgabe der Fenster ist, den Stall mit genügend Licht zu versorgen. Helle Arbeitsräume beeinflussen den Arbeitswillen des Stallpersonals und damit seine Leistung sowie die Qualität der Erzeugnisse. Die Leistungsfähigkeit der Tiere wird ebenfalls gesteigert, wie ich an anderer Stelle ausführen werde. Wo in den Ställen keine sonstige Lüftungseinrichtung vorhanden ist, wird das Fenster auch zum Austausch der verbrauchten Stalluft mit der Luft im Freien herangezogen. Somit kommt den Stallfenstern eine große Bedeutung für die Hygiene des Stalles zu und man muß auf ihre Flächengröße und Anordnung achten. Als Kleinstmaß der Fensterfläche gilt allgemein 1/20 der Stallfußbodenfläche. Nach Holmquist (16) soll die Fensterfläche soweit wie möglich eingeschränkt werden, da sie wärmetechnisch Verlustquellen darstellt. Der Lichtwert der Fenster ist von der Himmelsrichtung abhängig. Die Verteilung nach Süd-Ost, bzw. Süd-West ist dabei am günstigsten. Erfahrungsgemäß haben Fenster nach der Nordseite einen Bruchteil des Lichtwertes von Fenstern nach der Südseite. Außerdem ist die möglichst hohe Anbringung vorteilhaft; eine weiße Deckenfläche reflektiert nämlich das Licht und verteilt es gleichmäßig im Stallraum.

Nach Ober (39) vermittelt ein Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche von 1/20 nur dann genügend Tageslicht, wenn

1. das Maß ausschließlich auf die lichtdurchlässige Glasfläche bezogen wird,
2. die Fenster in der Hauptsache nach Süd, Ost und West angeordnet sind,
3. Fensterglas mit guter, d.h. normaler Lichtdurchlässigkeit verwendet und durch regelmäßige Reinigung erhalten wird,
4. Stallhöhe, Fensterform und Einbauhöhe optimalen Lichteinfall zulassen,
5. die Oberfläche der Bauteile und die Einrichtung die Lichtverteilung im Raum fördern,
6. die Fenster gleichmäßig in den Wänden verteilt sind.

Die Stalltüren

Die Arbeit im Stall kann erheblich erleichtert werden durch sinnvoll angebrachte Türen in entsprechendem Ausmaß. Zu viele Türen beeinflussen im Winter den Wärmehaushalt des Stalles ungünstig. Es wäre aber doch falsch, aus wärmewirtschaftlichen Gründen auf eine arbeitstechnisch günstige Türe zu verzichten. Im Winter sind die nicht unbedingt notwendigen Türen durch Strohballen oder anderes Material leicht zu dämmen. Es ist zweckmäßig, alle Türen auf die Mindesthöhe von 1,90 - 2,00 m und eine Mindestbreite von 1,10 m zu beschränken. Nach Stietenroth (57) darf die Türfläche 0,5 qm GVE nicht übersteigen. Es ist aber nicht unbedeutend, ob eine Türe sofort ins Freie oder in einen anderen Raum führt. Die Stalltüren sollten immer nach außen aufgehend angeordnet werden. Der Wind drückt die außen angeschlagene Türe an den Rahmen und macht sie somit dichter. Außerdem besteht bei Katastrophenfällen die Gefahr, daß eine nach innen aufgehende Türe von den Tieren zugestoßen wird, was für Stallpersonal und Tiere gefährlich werden kann. Die nach innen aufgehende Türe stört und behindert auch bei der Stallarbeit.

## c) Aufstallung der Rinder

In der Stallhaltung der Rinder unterscheidet man zwei Systeme, und zwar den Anbindestall und den Laufstall, beide wieder mit verschiedenen Abwandlungen.

Der Anbindestall

Im Anbindestall gibt es den Langstand, Kurzstand und Mittellangstand. Über die Standbreite ist allgemein zu sagen, daß sie so bemessen sein soll, daß jedes Tier eine gewisse seitliche Bewegungsfreiheit hat.

Der Langstand erfordert viel Einstreu und findet in neugebauten Stallungen fast keine Verwendung mehr, und zwar vor allem aus hygienischen Gründen. Bei dieser Art der Stallhaltung ist eine saubere Milchgewinnung nicht gewährleistet. Der Langstand ist nämlich so bemessen, daß die Tiere auf ihm bequem stehen und liegen können. Die Harn- und Kotabsetzung erfolgt also auf dem Standplatz, was eine starke Verschmutzung der Tiere mit sich bringt. Diese Aufstallungsart erhöht damit auch den Arbeitsaufwand.
Der Kurzstand wird vor allem in Gegenden mit wenig Getreidebau und dem damit zusammenhängenden Einstreumangel bevorzugt. Als besondere Kennzeichen weist er die Verkürzung der Standlänge unter Einbeziehung des Krippenbereiches auf. Eine entsprechende Anbindevorrichtung, die es den Tieren erlaubt, sich zu erheben, ohne von der Krippe zurücktreten zu müssen, ist daher notwendig. Hinten wird der Standplatz durch eine Kotstufe begrenzt, die 6 - 16 cm niedriger gebaut ist. Eine Verschmutzung der Tiere und der Einstreu wird bei dieser Stallhaltung weitgehendst ausgeschaltet. Der Harn läuft in eine abgedeckte Jaucherinne, die in die Jauchegrube führt. Der Nachteil der Kurzstandhaltung besteht darin, daß die Tiere beim Aufstehen abrutschen können, was zu Fußschäden und Gelenkerkrankungen führt. Auch werden Scheiden- und Gebärmuttervorfälle durch das Überhängen im Liegen begünstigt, ebenso wie Gebärmutterquetschungen.
Der Mittelstand wird am häufigsten angetroffen und als die zweckmäßigste Form der Aufstallung angesehen, da er die Vorzüge der vorher genannten Standarten vereinigt und die Nachteile ausschaltet. Er ist mit einem an der Innenseite der Futterkrippe angebrachten Freßgitter versehen, was eine Fütterung auf Leistung ermöglicht. Nach den Futterzeiten ist das Freßgitter geschlossen und die Tiere füllen dann den Standplatz voll aus und misten gezwungenermaßen auf eine etwas tiefer liegende Kotplatte. Während der Futterzeit fällt der Kot allerdings auf den Standplatz und muß sofort abgeräumt werden. Somit ist größtmögliche Sauberkeit gewährt und die erwähnten Fußerkrankungen, die der Kurzstand mit sich bringt, treten nicht auf.

Der Laufstall

a) geschlossener Laufstall

Durch den geschlossenen Laufstall werden den Tieren natürliche Lebensbedingungen in bezug auf Bewegungsfreiheit geschaffen; sie können sich in diesem geschlossenen Raum frei bewegen. Die tägliche Stallarbeit ist im Laufstall verringert, da das Ausmisten entfällt. Hier wird nämlich kein Mist entfernt, sondern nur täglich, natürlich in genügenden Mengen, frische Einstreu gestreut. Durch den sich täglich mehrenden Mist wird allerdings die Beschaffenheit der Stalluft nachteilig beeinflußt, weshalb Klimmer (23) diese Stall-

haltung wegen Unsauberkeit und hohem Keimgehalts der Milch ablehnt. In Gegenden mit wenig Getreideanbau und damit wenig Einstreu wird diese Art der Aufstallung auch kaum angewandt, da sich durch den Ankauf des erforderlichen Einstreumaterials erhebliche Verteuerungen ergeben. Die Errichtung eines Melkstandes ist natürlich ebenfalls unumgänglich.

b) offener Laufstall

Der Offenstall ist eine weiter entwickelte Form der Stallhaltung gegenüber dem geschlossenen Laufstall. Diese Stallart entspricht weitgehend den natürlichen Verhältnissen. Gegenüber dem geschlossenen Laufstall sind gesunde Luftverhältnisse, Wegfall besonderer Lüftungsvorrichtungen, geringere Baukosten, Arbeitserspamis, und vor allem gesunde Haltungsweise als Vorteile anzusehen. Diese Aufstallungsart gewinnt seit einiger Zeit mehr und mehr an Interesse und findet in der gesamten Literatur zunehmende Beachtung. Wenn heute auch schon eine große Anzahl solcher Ställe besteht, so reichen die Erfahrungen um ein endgültiges Urteil abzugeben, noch nicht aus. Es müssen vielmehr noch weitere Untersuchungen angestellt werden. Immerhin ist zu beachten, daß verschiedentlich gute Ergebnisse zu verzeichnen sind und diese Haltungsform nicht starr abzulehnen ist.

Um Erfolge im Offenstall zu erzielen, müssen nach Zorn (64) bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden. So darf der Raum nicht zu klein bemessen sein und die Gewöhnung an die Offenstallhaltung muß bereits schon im Sommer oder Frühherbst beginnen. Nach dem gleichen Autor kann die Offenstallhaltung für Jungtiere als das heute billigste, zweckmäßigste und gesündeste Verfahren angesprochen werden. Die Jungtiere nehmen in Brusttiefe, Brustbreite, Brustumfang und Rumpfentwicklung zu. Der Gesundheitszustand ist ausgezeichnet. Kübitz (26) ist auf Grund eigener Untersuchungen ebenfalls der Ansicht, daß diese Stallhaltung für Jungrinder ohne jede Einschränkung empfohlen werden kann. Für das Milchvieh begrenzt er die Öffnungen auf 1/10 bis 1/12 der Wandfläche. Er warnt vor Übertreibungen und ebenso vor starrer Ablehnung. Nach Comberg-Koallik (4) ist für Jungtiere die Problemstellung Massiv- oder Offenstall zu Gunsten des letzteren zu entscheiden. Für Kälber ist jedoch diese Haltungsart zwar möglich, aber nicht unbedingt vorteilhaft. Die Autoren stellten auch auf Grund eigener Untersuchungen fest, daß Milchkühe mit höheren Leistungen auf zunehmende Kälte mit Milchsekretionsrückgang und mit erhöhter Futteraufnahme reagieren. Nach Comberg (3) ist es uninteressant, wenn bei Erreichung von 5000 l Milch in den Wintermonaten ein Rückgang von 5 - 8 % zu verzeichnen ist. Es überwiegen dabei die Vorteile eines günstigen Fruchtbarkeitsablaufes. Stejmann (55) konnte durch trockene Kälte im Offenstall gute Erfolge in der Kälberaufzucht

erzielen. Die Lufttemperaturen lagen zwischen -9 bis -15°C und erreichten im Extremfall -21°C. Den Kälbern war freie Bewegung möglich. Es wurde eine weitgehende Abhärtung der Tiere erreicht. Auch erwies sich diese Methode als erfolgreiches Abwehrmittel zur Ausmerzung von Infektionskrankheiten einschließlich Tuberkulose und Brucellose. Iwanow, Kostow und Sachariew (17) stellten Versuche über die Gewichtszunahme der Kälber in Offen- und Massivställen an. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß die Gewichtszunahme bei Kälbern in Offenställen größer war als in Massivställen.

Auf dem Veitshof in Weihenstephan unternahmen Schropp und Lohner (51) Versuche mit einer Mehrzweckscheune, die zu einer Offenstallversuchsanlage ausgebaut war. Der Stall war in drei unterschiedlich ausgestattete Räume aufgeteilt, den gepflasterten, eingezäunten und unbestreuten Vorplatz, den bestreuten Raum mit Vordach und den Innenschlafraum. Es wurden Beobachtungen angestellt, welche Temperatur von den Kühen selbst als günstigste empfunden und vorgezogen wird. Dabei konnte festgestellt werden, daß sich der Großteil der Tiere bei niedrigen Außentemperaturen im wärmeren Raum aufhält. Aber besonders tagsüber sind auch immer wieder Tiere im Freien anzutreffen. Die niederen Temperaturen wirkten sich in keiner Weise nachteilig auf Milch- und Fettleistung der Tiere aus. Außerdem wurde beobachtet, daß die Kühe im Freien bei Temperaturen bis zu -13°C ohne Schwierigkeiten und Schäden abkalbten. Nach Riebke (44) liegen in Betrieben, die zur Offenstallhaltung übergegangen sind, die Durchschnittsleistungen höher, als bei früheren Aufstallungsarten. Es ist beobachtet worden, daß die Tiere bestrebt sind, windfreie Flächen aufzusuchen, deswegen Liegeflächen, Freßplatz und Auslauf von Luftbewegungen frei zu halten sind. Lohner (29) befürwortet den Offenstall, wenn sein Bau oder Ausbau billiger ist als bei einem massiven Stall. Bei Untersuchungen, die Schneider (48) drei Jahre hindurch in der Pfalz durchführte, wurde ermittelt, daß selbst in den harten Frostperioden des Winters 1956 die Milch- und Fettleistung durch Kälteeinwirkung im Offenstall nicht beeinträchtigt wurde. Förster (11) hebt die bessere Gesundheit der Tiere im Offenstall mit größerer Lebensdauer, bis zu 40 % billigere Baukosten und Arbeitsvereinfachung hervor. Nach seiner Erfahrung sind Bedenken, die im Winter gegen den Offenstall sprechen, hinsichtlich Leistung und Futterverbrauch zurückzuweisen. Melkstand und Milchkammer sind massiv zu errichten. Schneider und Rosenhahn (49) fanden bei ordnungsgemäßer Futterversorgung keinen erhöhten Futterbedarf. Nach ihnen haben die Temperaturschwankungen auf Milchmenge und Fettgehalt keinen sichtbaren Einfluß.

Nach Stahl (52) hat die Offenstallhaltung nicht nur für die Milchleistung Bedeutung, sondern es muß auch die bessere Körperverfassung der Tiere, die

Fruchtbarkeit und Konstitution berücksichtigt werden. Er bejaht diese Haltungsart, doch müssen bis zum endgültigen Urteil mehrere Generationen aufgezogen werden. Da das Rind eine geringe Temperaturempfindlichkeit besitzt, ist die Offenstallhaltung in vielfacher Hinsicht als günstige Haltungsform anzusehen.
Nusshag (37) stellt sich gegen die Freiluftställe. Er sagt unter anderem, daß die Mängel dieser Haltungsart, wie erhöhter Futterbedarf, Sinken der Milchleistung, Erschwernis der Pflege und Fütterung gerade an Frosttagen offenbar seien.
Mehler und Guhl (32) lehnen den Offenstall für Kälber wegen der hohen Ansprüche an die Tierpflege ab, seinen tierzüchterischen Vorteil erkennen sie jedoch an. Scholze (50) bezeichnet die windgeschützte Lage wichtiger als das Baumaterial und die Bauausführung. Er hebt die Schwierigkeit der Rüben- und Silofütterung sowie der Trinkwasserversorgung im Winter hervor und stellt fest, daß die Milchmenge in dieser Jahreszeit stets abfällt, wogegen sie im Massivstall auf gleicher Höhe bleibt. Nach einer Veröffentlichung von Larsen, besprochen von Herz (14), zeigten die Kühe (rotes dänisches Milchvieh) in Freilaufställen eine um 15 - 30 % geringere Gesamtmilchleistung, während sie sich sonst sehr wohl fühlten, und sich viel in den windgeschützten Ausläufen aufhielten. Nach Meinung des Verfassers sollte man die Vorteile beider Stalltypen, des Offen- und Massivstalles vereinigen, indem man den Tieren Gelegenheit zum Aufsuchen windgeschützter Ausläufe gibt.
Kalich (18) befürwortet eine Offenstallhaltung für Zuchttiere unter gewissen Voraussetzungen, wie reichliche Versorgung mit Stroh, betonierter Auslauf usw. Ob die Tiere in rauhen Klimazonen den an sie gestellten Leistungsforderungen bei der Offenstallhaltung gerecht werden können, muß noch extra untersucht werden.

Anhand der besprochenen Literatur ist klar zu ersehen, daß die Offenstallhaltung viele Vorteile mit sich bringt, die im Massivstall nicht erfüllt werden können. Daß jedoch Grenzen zum Extremen nicht überschritten werden sollen, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Weitere Untersuchungen sind jedoch für ein endgültiges Urteil unerläßlich.

Die Besprechung der baulichen Beschaffenheit des Stalles sowie der Aufstallungsarten zeigt klar, inwieweit sich die einzelnen Komponenten auf das gesamte Stallklima auswirken. Wenn ein optimales Stallklima nach den Anforderungen der modernen Stallhygiene geschaffen werden soll, ist bei Umbau und Neubau eines Stalles jedem Bauteil durch Wahl entsprechenden Materials und zweckmäßiger Bauweise spezielle Beachtung zu schenken. Die Erkenntnisse der neu-

zeitlichen Stallhygiene sind anzuwenden, wenn auf schlechte Bauweise zurückzuführende Haltungsfehler vermieden werden sollen.

## 2. Stallklima

Unter Stallklima versteht man die chemische Zusammensetzung und den physikalischen Zustand der Stalluft. Beeinflußt wird das Stallklima durch die physiologischen Vorgänge im Tierkörper, die Bauweise des Stalles und das Außenklima. Als wichtigste Faktoren des Stallklimas bezeichnen wir die Temperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, ferner ihren Gehalt an Gasen, wovon der Kohlendioxydgehalt als Maßstab für die Verschlechterung der Stalluft besonders hervorzuheben wäre.

### a) Temperatur

Die früher herrschende Meinung, daß ein möglichst warmer Stall die Futterverwertung und damit die Milchproduktion günstig beeinflußt, ist längst vielfach widerlegt, wie vorhin bei der Beschreibung der Offenställe geschildert wurde. Trotzdem trifft man in der Praxis noch immer viele Landwirte, die auf einem möglichst warmen Stall beharren.
Die Temperatur des Stalles steht in enger Beziehung zur Bauart des Stalles und zu der Wahl des Baumaterials. Die Einflüsse dieser Faktoren wurden bereits bei der Beschreibung der baulichen Voraussetzungen besprochen.
Über die optimale Höhe der Stalltemperatur besteht unter den einzelnen Verfassern noch keine einheitliche Meinung. Dies beweisen die von maßgebenden Autoren aufgestellten Normen, die ziemlich voneinander abweichen:

| | |
|---|---|
| Stietenroth (58) | 10 - 20 °C |
| Märker und Schulze (31) | 12 - 15 °C |
| Dahmen (6) | 15 °C |
| Klimmer (23) | 12,5 - 17,5 °C |
| Roots-Haupt-Hartwigk (47) | 10 - 14 °C |
| Nusshag (37) | 12 - 15 °C. |

Neueste Versuche ergaben, daß das Rind gegen Kälte weniger empfindlich ist, als früher angenommen wurde. So konnte Brody (1) feststellen, daß das europäische Rind gegen den Kälteeinfluß viel besser ausgerüstet ist als

gegen Hitzeeinwirkung. Nach Kibler und Brody (21) liegt die thermisch neutrale Zone bei laktierenden Holstein- und Jerseykühen zwischen + 4 und 15 °C Stalltemperatur. Mac Donald und Bell (30) konnten bei Holsteinkühen bei Temperaturen zwischen + 4 und - 12°C einen leichten, zwischen - 12°C und - 21°C einen stärkeren Rückgang der Milchmenge beobachten. Worstell und Brody (63) haben in Klimakammerversuchen festgestellt, daß eine Senkung der Lufttemperatur von + 4 auf - 13°C bei Jerseykühen eine Abnahme der Wärmeproduktion von 12 %, bei Holsteinkühen nur eine von 2 % ergab. Ehrenberg und Briese (9) prüften den Einfluß tiefer Temperaturen auf die Milchleistung. Sie stellten fest, daß die Temperatur bis 0°C keinen merklichen Einfluß auf den Abfall der Milchleistung ausübt, während diese bei der Temperatur von - 5°C ungefähr um 5 % fällt. Weiter stellten sie fest, daß die Temperatur bis 21, 1°C keinen negativen Einfluß auf die Milchsekretion ausübt. Weitere Temperaturerhöhung wirkt sich ungünstig aus. Schropp und Lohner (51) konnten keinen nachteiligen Einfluß der niedrigen Stalltemperaturen auf die Milchleistung der Kühe und den Fettgehalt der Milch ermitteln. Voraussetzung ist allerdings, daß die Tiere an den kalten Tagen gleich gut durch das Stallpersonal betreut werden wie sonst. Ragsdale, Brody, Thompson und Worstell (42) prüften den Temperatureinfluß auf die Milchmenge. Sie stellten fest, daß bei den bei 21, 1°C gehaltetenen Kühen kein Milchleistungsrückgang zu verzeichnen war. Bei Temperaturerhöhung bis auf 26, 7°C fiel die Milchleistung um 25, 63 %; bei Temperaturerhöhung auf 32, 2°C um weitere 14, 08 %. Bei 37, 8°C verringerte sich die Milchproduktion nochmals um 34, 8 %. Thompson, Worstell und Brody (61) beobachteten einen Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Futterverbrauch. Auf ein Absinken der Temperatur von + 4, 4 auf - 13, 3°C reagieren die Tiere mit erhöhter Futteraufnahme.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist das Rind gegen Kälte weniger empfindlich als man früher annahm. Bei Rindern spielt nämlich das Haarkleid eine wichtige Rolle im Mechanismus der Wärmeregulierung. Die Wärmeregulierung kann aber nur dann gut funktionieren, wenn der Organismus die Fähigkeit besitzt, mit der erzeugten Eigenwärme entsprechend zu wirtschaften. Er muß also die Aufgabe lösen, bei niedriger Außentemperatur womöglichst wenig von der eigenen Wärme abzugeben, um die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. Bei höherer Außentemperatur dagegen muß sich der Organismus seiner überschüssigen Wärme so rasch als möglich entledigen können (Tangl (60)). Die Haare des Rindes nehmen bei Kälteeinwirkung an Länge und Dichte zu. So haben die Rinder im Gebirge im Winter dicken, langen

Haarbesatz. Wirksam gegen die Kälteeinwirkung ist dabei die zwischen den Haaren ruhende Luftschicht, die isolierend wirkt. Weiter schreibt Tangl (60), daß die dicken Deckhaare nicht nur länger, sondern auch dichter werden. In der Wärmeregulierung spielt auch der Aufbau der Haut eine Rolle. Dabei hängt es hauptsächlich von der Temperatur der äußeren Umgebung ab, wie sich ihr Aufbau gestaltet: in warmer Umgebung wird die Haut nämlich dünn, in kalter dagegen dick. Tangl (60) weist in diesem Zusammenhang auf die Unterschiede zwischen Pinzgauer Rasse (Schweiz) und den Rindern ungarischer Rasse hin. Im Gegensatz zum ungarischen Rind ist die Haut der Pinzgauer dick. Auch die in der Haut übereinanderliegenden drei Gefäßnetze haben eine wichtige Aufgabe in der Wärmeregulierung. Goodal und Yang (13) befaßten sich mit dieser Frage. Beim Rind verlaufen die Arterien und Venen dicht nebeneinander. Infolgedessen kann die Wärme bereits zwischen den das warme Blut transportierenden Arterien und den an der Hautoberfläche abgekühltes Blut führenden Venen ausgetauscht werden. Dies bedingt die Anpassungsfähigkeit des Rindes an die Kälte. In der lokalen Wärmeregulierung verdienen besonders die dünn isolierten Ohren und die Euterstriche der Kühe Aufmerksamkeit. Nach Nisbet (36) befinden sich hier gut entwickelte arteriovenöse Anastomosen, durch die große Blutmengen durchströmen und diese Körperteile vor dem Erfrieren schützen.

Die zwischen den verschiedenen Rinderrassen bestehenden Unterschiede in der Wärme- und Kälteempfindlichkeit dürfen auch nicht übersehen werden. So stellten ausländische Forscher fest, daß das Verhältnis der Körpermasse zur Körperoberfläche eine Rolle spielt. Die kleine Jerseykuh hat z.B. eine große wärmeabgebende Körperoberfläche im Vergleich zur Masse. Daher ihre Empfindlichkeit gegen tiefere Temperaturen. Bei den großen Holsteinkühen ist es umgekehrt.

Die optimale Haltung in Bezug auf die Temperatur variiert je nach Tierart, Altersklasse, sowie der jeweiligen Nutzungsform. Es sei hier auf die Untersuchungen von Kalich (19) verwiesen. Seine Versuche in Klimakammern ergaben, daß Schweine verschiedener Gewichtsklassen verschiedene Temperaturen benötigen, um die günstigste Futterverwertung zu erreichen. Für schwere Tiere, die bereits eine dickere Speckschicht angesetzt hatten, genügten Temperaturen von 15°C, da Fett eine isolierende Wirkung ausübt. Leichte Tiere dagegen brauchen eine wärmere Umgebung von ca. 21°C, damit das von ihnen aufgenommene Futter zum Fleischansatz genützt und nicht in einem kalten Raum zur Erzeugung von zusätzlicher Wärmeenergie zum Ausgleich der verlorenen Wärme verbraucht wird.

b) Luftfeuchtigkeit

In der Beurteilung des Stallklimas hat die Luftfeuchtigkeit eine entscheidende Bedeutung. Sie wird als besonders markantes Kriterium der gesamten Stallverhältnisse angesehen. Erfolg oder Mißerfolg in der Tierzucht sind weitgehend von der Berücksichtigung dieses Faktors abhängig. Dies wird leider oft von den Tierzüchtern übersehen.
Die Luft enthält eine gewisse Menge Wasser in Dampfform und kann, abhängig von der Temperatur, mehr oder weniger Wasserdampf aufnehmen. Bei einem Höchstmaß an aufgenommenem Wasserdampf bezeichnet man die Luft als gesättigt (maximale Luftfeuchtigkeit). Unter absoluter Luftfeuchte versteht man den tatsächlichen Gehalt der Luft an Wasserdampf. Die relative Luftfeuchte dagegen ist das in Prozenten ausgedrückte Verhältnis des Fassungsvermögens der gesättigten Luft an Wasserdampf zu dem tatsächlich vorhandenen Feuchtegehalt bei einer bestimmten Temperatur. Die Luftfeuchte eines Stalles resultiert aus der Wasserdampfabgabe der Tiere bei Atmung und Ausscheidung durch die Haut sowie aus der Verdunstungsfeuchte der Exkremente. Sie hängt von der baulichen Beschaffenheit des Stalles, seiner Ventilation, der Belegung mit Tieren sowie dem Wasserdampfgehalt der herrschenden Außenluft ab.
Der Wärmedurchgangswiderstand der Baustoffe ist oft unzureichend und die mangelhafte Isolierung führt zu kalten Ställen. Um einer zusätzlichen Abkühlung der Stalltemperatur entgegen zu wirken, wird häufig wenig gelüftet, was zu Steigerung der Feuchtigkeit im Stall führt. Während der kalten Jahreszeit findet bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Stalluft starke Kondenzwasserbildung auf den Rauminnenflächen statt. Im Laufe der Zeit führt diese Durchfeuchtung der Bauteile zu Schäden an den Gebäuden, zu abbröckelnden Wänden, zerstörten Mauern und Decken. An diesen entstehenden Schäden kann der Landwirt selbst am besten feststellen, welche Wichtigkeit dem Faktor Luftfeuchte beigemessen werden muß.
Über die Höhe des Feuchtigkeitsgehaltes der Stalluft bestehen z.T. voneinander abweichende Meinungen unter den Fachleuten. Es werden als Höchstwerte 80 %, 70 % und sogar 60 % rel. Feuchte angegeben. Diese läßt sich aber in der Praxis schwerlich verwirklichen. Ober (40) schreibt, daß eine Luftfeuchte von 80 % während der Wintermonate schon recht gut ist, und eine von 70 % kaum zu erreichen wäre. Nach Zorn (64) sollte die rel. Luftfeuchte 50 - 70 % betragen und über 70 % nicht hinausgehen. Bei seinen Untersuchungen konnte er aber feststellen, daß sich die Werte in den meisten Fällen zwischen 80 und 95 % bewegen. Cords-Parchim (5)

fordert bei steigenden Temperaturen eine Senkung der Luftfeuchtigkeit. So verlangt er bei 8°C 85 %, bei 12°C 80 % und bei 16°C 75 %, da es bei hohen Temperaturen und feuchter Luft infolge von Schwierigkeiten bei der Verdunstung, also bei der Wärmeabgabe, leicht zu Wärmestauungen bei den Tieren kommen kann.
Daueraufenthalt in Ställen mit hoher Luftfeuchte führt zu Gesundheitsschädigungen und Herabsetzung der allgemeinen Widerstandskraft der Tiere und zur gesteigerten Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern. Dies bewies Trillat (62) mit folgendem Experiment. Er füllte drei gleiche Behälter mit trockener Luft, mit feuchtigkeitsgesättigter Luft und mit Luft, die von verbrauchten Gasen durchsetzt war. Er gab in jedes Gefäß ein wenig von einer pulverisierten Bakterienkultur. Nach einer Stunde Aufenthalt im ersten Gefäß wurden die Hühner und Mäuse nicht infiziert, während die Sterblichkeit in dem zweiten 60 % und in dem dritten 100 % betrug.

Eine Leistungssteigerung bei Senkung des Feuchtigkeitsgehaltes konnte Krakossewitsch (25) erreichen. Durch Vergrößerung der Nutzfläche, verstärkte Ventilation und Erhöhung der Streustrohmenge setzte er die rel. Luftfeuchte herab und erzielte dabei eine Steigerung der Milchleistung. Auf das Besamungsergebnis hat der Feuchtigkeitsgehalt der Stalluft ebenfalls Einfluß, wie die Untersuchungen von Müller und Kurtz (33) zeigen. Die Verfasser ermittelten weit günstigere Ergebnisse in Ställen mit geringer absoluter Luftfeuchte und großem Lichteinfall.

Der Feuchtigkeitsgehalt erhält, wie schon eben erwähnt, in Verbindung mit der Temperatur eine noch größere Bedeutung. In feuchtwarmer Luft kann es aber nicht nur zu Wärmestauungen kommen, sondern ebenso werden Freßluft und Futterverwertung herabgesetzt. Ein feuchtwarmer Stall wird daher unter allen Umständen abgelehnt und man strebt zu allen Jahreszeiten eine trokkene und kühle Stallung an. Die Stalltemperatur kann ohne Schaden für Mensch und Tier auf Mindestwerte sinken, wenn die Luft trocken bleibt. Feuchtkalte Luft dagegen entzieht dem Körper zuviel Wärme und macht ihn somit anfällig für Erkältungskrankheiten.
Rolle (45) fordert daher die Herstellung von trockener Luft im Stall auch auf Kosten der Temperatur. Eine trockene, kühle Luft, sei gesünder als eine feuchte, doch um einige Grad wärmere. Zorn (64) bestätigt diese Auffassung indem er sagt: "Besondere Bedeutung erhält die Stalltemperatur in Verbindung mit hoher Luftfeuchtigkeit. Hier liegen die größten Gefahren für unsere Viehbestände, wenn feuchte Wärme und feuchte Kälte das Stallklima beherrschen."

Dem Auftreten zu hoher Stallfeuchte kann man schon bei der Bauplanung durch richtig gewähltes Baumaterial entgegenwirken. Aufgabe einer sinnvollen Lüftungseinrichtung ist es, die im Stall anfallende Feuchtigkeit zu entfernen und so ein trockenes Klima zu schaffen.

### c) Kohlendioxyd

In der Natur entsteht Kohlendioxyd durch Atmung von Mensch und Tier, sowie durch Verbrennungs- und Verwesungsprozesse. Sein Anteil in der Luftatmosphäre ist mit 0,03 % sehr gering, dagegen steigt er in geschlossenen Räumen.

Der Kohlendioxydgehalt der Luft wird nach zwei Methoden bestimmt.

1. Nach Pettenkofer füllt man eine 4-6 Literflasche mit der zu untersuchenden Luft unter Zusatz einer abgemessenen Menge Barytwassers in bekannter Konzentration. Nach mehrmaligem Durchschütteln bindet sich die Kohlensäure der Luft mit dem Bariumhydroxyd zum Bariumkarbonat: $Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3 + H_2O$. Durch diese Reaktion vermindert sich sich die Alkalität des Barytwassers in einem ganz bestimmten Verhältnis zu der absorbierten Kohlensäuremenge. Diese Alkalitätsverminderung wird titrimetrisch festgestellt und aus dem Ergebnis die Menge der absorbierten Kohlensäure der Luft errechnet.
2. In letzter Zeit wird häufig ein Spezialgerät verwendet und zwar das Gasspürgerät der Draegerwerke. Mit ihm kann man verschiedene Gase der Luft messen. Dieses Gerät verwendete ich bei meinen Untersuchungen.

Die Angaben über die Höhe des $CO_2$-Gehaltes im Stall weisen bei den einzelnen Autoren beträchtliche Unterschiede auf. So werden von Märker und Schulze (31) Werte von 0,20 - 0,25 % als gut bezeichnet, während sie die Luft bei 0,30 % als verdorben einstufen. In der Praxis werden meist höhere Werte gefunden. So ermittelte Kalich (20) in 56,1 % der in den letzten 20 Jahren erbauten Ställe einen $CO_2$-Gehalt von über 0,20 %. Kienle (22) fand im Winter einen Durchschnittswert von 0,57 %.
Der Kohlendioxydgehalt der Stalluft ist zwar Ausdruck für die chemische Beschaffenheit der Stalluft, sagt aber nichts über die physikalischen Eigenschaften der Luft aus, wie es z.B. bei der Luftfeuchte oder Temperatur der Fall ist. Die Stalluft wird nämlich kaum einmal eine $CO_2$-Konzentration erreichen, die eine nachweisbare schädigende Wirkung auf die Gesundheit der

Tiere ausübt. Nach Ober (40) ist der Einfluß eines höheren $CO_2$-Gehaltes der Stalluft auf die Gesundheit der Tiere so gut wie unerforscht. Nach Märker und Schulze (31), Lehmayer (28), Deutsch (7), Rolle (45) und anderen stellen sich erst bei 4 % toxische Wirkungen ein. Fitko (10) hat ebenfalls auf Grund von Versuchen bewiesen, daß der Einfluß physikalischer Faktoren der Stalluft, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftwechsel und Sonnenbestrahlung auf den Tierorganismus größer sind als die chemischen Verunreinigungen der Luft mit $CO_2$, $NH_3$ und $H_2S$. Der $CO_2$-Gehalt spielt dagegen als Indikator für die Luftverschlechterung eine große Rolle. Da die Ausatmungsluft der Tiere etwa 4 %, die Außenluft dagegen nur 0, 03 % Kohlendioxyd enthält, kann aus dem Kohlendioxydgehalt der Stalluft auf die Lüftungsintensität im Stall geschlossen werden.

Auf Grund der von den Tieren ausgeschiedenen Kohlendioxydmenge wird auch die für die Tiere benötigte Luftmenge im Stall wie der dort stattfindende Luftwechsel berechnet. Für die Berechnung des Luftverbrauchs der in einem Stall untergebrachten Tiere gilt folgende Formel:

$$L = \frac{K}{c_2 - c_1}$$

L = stündlich benötigte Luftmenge in cbm
K = von den Tieren stündlich ausgeschiedene Kohlensäuremenge in Litern
$c_1$ = Kohlensäuregehalt in Litern in einem cbm Außenluft
$c_2$ = in cbm Stalluft ermittelte Kohlensäuremenge in Litern.

Der geringste Luftraum beträgt nach Klimmer (23) pro Kuh 20 - 30 cbm. Will man den benötigten stündlichen Luftwechsel eines Stalles errechnen, muß man die Menge der stündlich zugeführten Luft durch die Kubatur des Stalles teilen. Wie man also sieht, hängt der $CO_2$-Gehalt des Stalles eng mit der Lüftung desselben zusammen. Da nun der Kohlendioxydgehalt ein Indikator für die chemische Luftbeschaffenheit des Stalles ist, muß man, um ihn in dem geforderten Rahmen zu erhalten, auf eine gut funktionierende Lüftung des Stalles achten und auch die gesamten Klimakomponenten berücksichtigen, die wie Luftfeuchte und Temperatur damit zusammenhängen. Das soll im nächsten Abschnitt besprochen werden.

d) Belüftung

Die Tiere heizen den Stall vor allem durch Atemluft. Diese hat drei grundlegende Eigenschaften: Sie ist feucht, kohlensäurereich und sauerstoffarm. Der Wasserdampf ist der größte Stallfeind. Seine Entfernung aus dem Stall ist daher von entscheidender Bedeutung. Der sogenannte Wasserdampfmaßstab bestimmt den erforderlichen Luftaustausch. Früher zog man den Kohlensäuregehalt der Stalluft für die Berechnung des Lüftungsumfanges heran, nach den jetzigen Erkenntnissen wird jedoch die überschüssige Luftfeuchte vor den Komponenten der chemischen Luftzusammensetzung berücksichtigt.
Sauerstoff ist die wichtigste Lebensgrundlage. Seine Zuführung in Verbindung mit Frischluft ist unentbehrlich. Diese Aufgaben - Entfernung des Wasserdampfes und Frischluftzufuhr - muß die Lüftung erfüllen. Nach den heutigen Erkenntnissen verlangt man pro Tier und Stunde etwa 60 - 100 cbm Frischluft. Bei einem Luftraum von 20 cbm pro GVE müssen wir also die Luft drei- bis fünfmal erneuern. Es gibt zahlreiche technische Möglichkeiten diese Forderung ohne fühlbare Luftbewegung zu erfüllen.
Auf die notwendige Stallwärme darf aber nicht verzichtet werden. Die Ställe müssen daher so gebaut sein, daß sie mit ihren Bauteilen einen maximalen Wärmeschutz bieten. Dann ist es möglich, daß ein großer Teil der im Stall erzeugten Wärme zur Inganghaltung einer Lüftunganlage verwendet werden kann. Abkühlung im Stall darf nur in Verbindung mit Frischluft geschehen, niemals durch Wärmeableitung der Umwandungen. Nach Stietenroth (56) ist eine ausreichende Lufterneuerung dann gewährleistet, wenn die Bauteile genügenden Wärmeschutz bieten. Im geschlossenen Stall hängt die Frischluftversorgung ausschließlich von den Einrichtungen für den Luftwechsel und von dessen sachgemäßer Bedienung seitens des Stallpersonals ab. Wichtig ist dabei, daß eingebaute Entlüftungseinrichtungen in ihrer Bedienung möglichst geringe Anforderungen an das Personal stellen, das heißt, daß die automatisch funktionieren. Komplizierte Lüftungssysteme werden sich auf breiter Ebene nie durchsetzen, da sie gewisse physikalische Kenntnisse zu ihrer Betätigung voraussetzen. Nachfolgend gebe ich eine kurze Beschreibung der am häufigst vorkommenden Lüftungsanlagen.
Fenster, in der Regel Kippfenster, spielen bei der Stallüftung besonders im Sommer eine unentbehrliche Rolle. Im Winter können sie allein das Problem der Belüftung nicht bewältigen.
Die so oft eingebauten Drainröhren im oberen Teil zwei gegenüberliegender Stallwände waren und sind keine befriedigende Lösung. Im Sommer sind sie unnötig, im Winter werden sie wegen der Zuglust, die sie im Stall verursa-

chen, mit Stroh verstopft. Sie ventilieren auch nur bei direktem Windanfall.
Deckenlüftungen besitzen Luftkanäle von Außenwand zu Außenwand, die in der Stalldecke verlaufen und mit dem Stallraum durch Schlitze verbunden sind. Diese Art der Lüftung beruht auf dem Schwerkraftprinzip. Sie benützt das Temperaturgefälle zwischen Außen- und Innenluft. Auf diese Weise funktionieren die Siek'schen und Schreider'schen Lüftungssysteme.
Schachtlüftungen benützen ebenso Luftkanäle zur Frischluftzufuhr. Die verbrauchte Luft wird hier durch Abluftschächte bzw. durch Dunstkamine, die frei über den Dachfirst geführt werden, abgeführt. Man ist davon abgekommen, den Schacht bis zum Stallboden zu führen. Es genügt, wenn er an der Decke beginnt.

Kugler (27) untersuchte die Wirkung verschieden weit in den Stall hinabreichender Dunstschlote und fand, daß der Deckenschlot eine um 54 % höhere Luftgeschwindigkeit aufwies, als der Bodenschlot. Die Luftschicht in der Nähe des Bodens wurde vom Deckenschlot besser ventiliert als vom Bodenschlot. Nach Ober (40) entspricht die Schwerkraftlüftung, richtig berechnet und konstruiert, am besten den heutigen Anforderungen. Nach ihm soll der Abluftschacht wenigstens im halben Querschnitt bis zum Boden führen. Weiter soll der Schacht über der Stalldecke mindestens die doppelte Stallhöhe haben und den Dachfirst um 1/2 m überragen.
Der Wärmetauscher ist eine weitere Art der Lüftung. Hier wird die warme, wasserdampfgesättigte Stalluft durch die Außenluft bis zur Tauwasserbildung abgekühlt und mit der so freiwerdenden Wärmeenergie gleichzeitig die kühle Zuluft erwärmt. Dieser Vorgang wird von je einem Zu- und Abluftventilator ausgeführt.
Stietenroth (58) gibt dieser Art der Entlüftung vor der Schwerkraftlüftung den Vorzug. Er bezeichnet die Schwerkraftlüftung als Behelfslüftung, da diese bei Außentemperaturen von + 10 °C und darüber jährlich mehrere Monate hindurch wirkungslos ist. Er erwähnt, daß die Anschaffungskosten für den Wärmetauscher zwar bedeutend höher liegen, hält aber diesen Mehraufwand besonders bei Stallneubauten für vertretbar.
Die Bedeutung der Lüftung wurde bisher von den Viehhaltern noch nicht in ihrem vollen Umfang erkannt. Während man ohne weiteres einsieht, daß eine hohe Leistung nur bei entsprechender Fütterung und Wasserversorgung erreicht werden kann, fehlt vielfach das Verständnis dafür, daß genügend Frischluft in gleicher Weise Voraussetzung ist, die Tiere leistungsfähig zu erhalten. Und doch ist dies so. So stellte Streckmayer (59) fest, daß Milchkühe bei absolut gleicher Fütterung und gut ventiliertem Stall pro

Jahr 400 l mehr Milch lieferten als im schlecht ventilierten. Nach Berechnung von Munin (34) nützen Schweine in gut gelüfteten Ställen das Futter um 24 % besser als in unbelüfteten. So gibt er als Beispiel an, daß zur Mästung eines Schweines auf 170 kg in gut ventiliertem Stall 200 kg Gerste zu ersparen ist. Münsterer (35) beweist auf Grund seiner Versuche einen Zusammenhang von Milchertrag und Lüftungsintensität. So stellte er fest, daß die Milchleistung bei stillgelegter Lüftung erheblich absank und nach Wiederherstellung der früheren Belüftung erst nach 12-13 Tagen wieder zur früheren Höhe zurückkehrte.
Aus den obigen Beispielen ergibt sich die Rolle einer gut funktionierenden Luftzu- und abführung im Stall für die Leistung der Tiere. Berücksichtigt man noch zudem den Anteil der Lüftung an den Krankheiten der Tiere (herabgesetzte Resistenz bei mangelhafter Lüftung, Euterkrankheiten bei Zugluft), so kann man ermessen, von welch wesentlicher Bedeutung dieser Faktor ist. Die Züchter dürfen daher keine Mühe und Kosten scheuen, um gute Lüftungseinrichtungen im Stall einzubauen. Die hier aufgewandten Kosten werden durch die gesteigerte Leistung und durch die Gesundheit der Tiere aufgewogen.

### e) Belichtung

Die biologisch wirksamen ultravioletten Strahlen werden zwar auf ihrem Weg von der Sonne zur Erde in der ozonreichen Schicht größtenteils verschluckt, doch beeinflußt noch der Rest die Abläufe im Organismus wesentlich.

Für Gesundheit und Leistungsfähigkeit unserer Haustiere ist das Sonnenlicht von großer Bedeutung. Helligkeit regt die Stoffwechselvorgänge an (Staffe (53)) und fördert damit auch die Milchproduktion. Rako und Marinic (43) untersuchten die Wirkung des Lichteinflusses auf die Milchleistung bei Kühen. Es wurde festgestellt, daß bei einem täglichen Auslauf von 3 Stunden die Milchleistung sich um 11,21 %, bei täglich 5 1/2 Stunden um 20,07 % erhöhte. Nach Stegenga (54) übt das Licht eine gonadotrope Wirkung auf Pferd, Rind und Schaft aus. Auch der Fettgehalt der Milch wird beeinflußt. So ist die Abendmilch fettreicher als die Morgenmilch. Bei einer Verlagerung der Lichtzeiten in die Nacht hinein erwies sich die Morgenmilch als fettreicher. Nach Versuchen in der Anstalt Kraftborn wirkt sich der Einfluß des Sonnenlichtes günstig auf den Stoffwechsel, die Bildung roter Blutkörperchen und auf das Allgemeinbefinden aus. Dies spricht also

dafür, die Tiere möglichst lange auf der Weide zu halten, wo ihnen die Zuführung dieser gesundheitsfördernden Sonnenbestrahlung gesichert ist. Das Licht wirkt zwar nur auf die oberflächlichen und oberflächennahen Gewebe, aber in diesen laufen doch die wichtigen Vorgänge der Wärmeregulierung ab. Die Lichtstrahlen reizen also die Hautäste des Sypathicus, was zu einer starken reflektorischen Durchblutung der inneren Organe und zu einer Hebung des Stoffwechsels im ganzen Körper führt.

Diese gesundheitsfördernde Wirkung der Sonnenstrahlen bekommen aber die Tiere im Stall meist nicht zu spüren, da normales Fensterglas für die ultravioletten Strahlen undurchlässig und die Anschaffung von Spezialgläsern zu teuer ist. Nur bei weit geöffneten Fenstern oder Türen ist das Eindringen der ultravioletten Strahlen unter sonst günstigen Vorbedingungen (wolkenloser Himmel) möglich. Die in den Stall einflutende Lichtmenge wird bestimmt von Form, Größe und Anordnung der Fenster und der Lichtdurchlässigkeit des Glases. Die Lichtverteilung im Stallraum hängt von Zustand und Farbe der Wandoberflächen und von der Stalleinrichtung ab (Ober (39)).

Als Normen für die Helligkeit der Ställe fordert Dahmen (6) 20 - 30 Lux. (Ein Lux ist die Beleuchtungsstärke einer Hefnerkerze in 1 m Entfernung bei senkrechter Zustrahlung.) Kienle (22) fand bei seinen Untersuchungen in Ställen einen Durchschnitt von 14, 5 Lux im Sommer und 12, 9 Lux im Winter. Roots-Haupt-Hartwigk (47) verlangen für Wohnräume mit geringen Ansprüchen 20 Lux, bei mittleren Ansprüchen 40 Lux und mit hohen Ansprüchen 75 Lux. Für Tierställe sind die halben Werte als äußerste Mindestgrenze anzunehmen.

### f) Abkühlungsgröße und Luftbewegung

Temperatur und Feuchtigkeit allein betrachtet stellen letzten Endes kein absolutes Maß der thermischen Belastung des tierischen Organismus dar, weil dabei noch andere Faktoren eine Rolle spielen, so z.B. Abkühlungsgröße bzw. Luftbewegung. Bei der Beurteilung des Stallklimas sollte die Gesamtheit aller Faktoren Berücksichtigung finden. Dieser Forderung kommt praktisch die Anwendung der Abkühlungsgröße entgegen, aus der sich die Windgeschwindigkeit errechnen läßt. In der Abkühlungsgröße sind die Werte für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit enthalten.

Unter der Abkühlungsgröße versteht man die von 1 qcm Oberfläche eines Körpers in 1 Sekunde abgegebene Wärmemenge, ausgedrückt in mgcal/cm$^2$/sec.

Nach Hill (15), dem Begründer der Bioklimatologie, geht die subjektive Wärmeempfindung des Menschen parallel mit der Abkühlungsgröße, nicht mit der Temperatur. Frostwetter bei Windstille empfindet man z.B. erträglicher, als die gleiche Temperatur bei schneidendem Wind. Nach Dorno (8) hat die Höhe der Abkühlungsgröße einen Einfluß auf die Tiere, weil das An- und Abschwellen der Luftbewegung für die Hautnerven einen günstigen Reiz zur Regelung der Blutfülle der Haut bildet. Er hat nach Befragen eines größeren Personenkreises ebenfalls einen Zusammenhang zwischen Wärmeempfindung und Abkühlungsgröße festgestellt und wie folgt zusammengestellt:

| Empfindung: | Abkühlungsgröße: |
|---|---|
| unangenehm kalt | 20, 0 |
| kalt | 15, 0 |
| angenehm kalt | 12, 0 |
| kühl | 10, 0 |
| angenehm kühl | 7, 5 |
| angenehm warm | 5, 0 |
| heiß | 2, 5 |

Versuche von Fuhrimann (12) und Buxtorf (2) zeigten, daß dieser Faktor auch bei stallklimatischen Bewertungen verwendbar ist. Als Normen für die Abkühlungsgröße stellt Fuhrimann (12) folgende Werte auf: Minimum 7, 0, Maximum 9, 5 und für die Windgeschwindigkeit 0, 1 m/sec. Minimum und 0, 16 m/sec. Maximum. Zur Errechnung der Windgeschwindigkeit wird die Abkühlungsgröße und die Temperatur herangezogen.

Die bezüglich des Stallklimas gemachten Ausführungen, belegt durch zahlreiche Untersuchungsergebnisse namhafter Tierhygieniker im In- und Ausland, lassen eindeutig die Wichtigkeit dieses Faktors für die Gesundheit und Leistung der Tiere erkennen. Zwischen allen Klimafaktoren ist ein ursächlicher Zusammenhang festzustellen. Es sind daher jeweils alle Faktoren zu berücksichtigen, wenn ein optimales Stallklima geschaffen werden soll. Hauptgrund für ein schlechtes Stallklima ist das Fehlen geeigneter Be- und Entlüftungsanlagen. Im Interesse der Nahrungsmittelproduktion, Tiergesundheit, Tierzucht und Stallhygiene ist es notwendig, daß in Ställen, in denen die Tiere den Großteil ihres Lebens zubringen, gesunde klimatische Verhältnisse geschaffen werden.

# C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

## I. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Ich führte meine Untersuchungen in einem Praxisbezirk des Landkreises Laufen/Obb. durch. Mit den Verhältnissen in diesem Raum wurde ich während meiner Assistentenzeit vertraut. Es war somit möglich, die Stallungen so zu wählen, daß ein Überblick über die Stallhaltung dieser Gegend gegeben werden kann. Das Untersuchungsgebiet liegt im Voralpenland, ca. 700 m über dem Meeresspiegel. Das Hauptgewicht der Landwirtschaft liegt auf der Viehzucht, da zum Ackerbau wenig nutzbare Bodenfläche zur Verfügung steht und praktisch nur für den Eigenbedarf das Notwendigste angebaut wird. Der Tierbestand besteht zu ca. 90 % aus Rindern, den Rest bilden Pferde und Schweine. Vereinzelt findet man auf Hochalmen noch Schafe. Bei den Rinderrassen entfällt der Hauptanteil auf Pinzgauer und Höhenfleckvieh, dann folgen Grauvieh und schwarzbunte Rinder.

Der in T-Form angelegte Einödhof überwiegt im Untersuchungsgebiet. Das Wohnhaus liegt mit dem Eingang nach Osten; quer dazu, also in Nord-Süd-Richtung, ist der Stall angebaut. Zwischen Stall und Wohnhaus befindet sich eine Tenne, in die mit Heuwägen eingefahren werden kann. Das Heu wird in dem über den Stallungen gelegenen aus Steinen aufgemauerten Heuboden gelagert.

Als vorwiegendes Baumaterial wurde für die Umfassungsmauern der Wände Nagelfluh verwendet. Dieser Baustein ist ein poröser Naturstein und wird in zwei nahen Steinbrüchen gewonnen. Nagelfuh besitzt eine hohe Wärmedämmfähigkeit, die durch die unendlich vielen feinen lufthaltigen Poren bedingt ist. Dadurch bleibt die Innenseite des Stalles warm und die Feuchte der Stallluft schlägt sich an ihr nicht nieder. Das "Schwitzen" der Wände wird also vermieden. Auch zum Bau der bäuerlichen Wohnhäuser erfreut sich der Nagelfluh großer Beliebtheit, da er im Verhältnis zu Ziegeln billiger ist. Im Stallbau hat sich dieses Material gut bewährt. Es wird unbehauen als Steine ganz unterschiedlicher Größe verarbeitet, wobei als Bindemittel Zement verwendet wird. In den meisten Ställen fand ich die Nagelfluhwände nur mit Innenver-

putz. Außen waren sie roh.

Eisenschlacken wurde ebenfalls als Baumaterial für die Umfassungswände verwendet. Diese Steine stammen aus einem Eisenwerk, das jetzt nicht mehr in Betrieb ist. Die Eisenschlacken sind Rückstände bei der Eisengewinnung. Sie haben sich durch ähnliche Eigenschaften, wie sie Nagelfluh aufweist, gut bewährt.

Die Ställe sind nach folgendem Schema angelegt: Ein ca. drei Meter breiter Futtergang vor den Tieren, in dem die Futtermischung erfolgt. Hinter den Tieren ist eine ca. zwei Meter breite Stallgasse. Bis auf eine Ausnahme fand ich einreihige Aufstallung, wobei überwiegend der Mittellangstand vorherrscht. Diese Stalleinteilung und Aufstallung hat sich gut bewährt.

Da im Untersuchungsgebiet das Hauptinteresse der Landwirtschaft der Viehzucht gilt, sind die Ställe im allgemeinen als sauber und der Ernährungszustand der Tiere als gut bis sehr gut zu bezeichnen.

Die Tierhaltung ist auf Dauerweidebetrieb eingestellt. Dabei werden die Milchkühe auf den Weideplätzen in der nächsten Nähe des Hofes gehalten. Die Jungtiere sind je nach Witterung länger oder kürzer, im allgemeinen aber von Mai bis Oktober ganztägig auf höher gelegenen Weideplätzen und haben als Unterstand gegen die Witterungseinflüsse nur eine Holzschutzhütte.

Das Interesse der Landwirte an meiner Arbeit war unterschiedlich. Als ich den Bauern den Zweck meiner Untersuchungen erklärte, waren die verschiedenen Reaktionen interessant. Das größte Verständnis zeigte die jüngere Generation, die teilweise schon durch die Landwirtschaftsschule oder Vorträge und Fachzeitungen an dieses Problem herangeführt worden war. Die Älteren ließen mich zwar die Untersuchungen machen, interessierten sich aber nicht und waren zurückhaltend. In 2 von 102 Stallungen wurde mir der Eintritt verweigert. Doch im allgemeinen sind die Bauern im Untersuchungsgebiet freundlich und aufgeschlossen.

### Wetterlage zur Zeit der Messungen

Typisch für die hiesige Gegend ist, daß sich das Wetter im Verlauf des Tages oft grundlegend ändert. Bedingt ist dieser Wechsel durch den Föhn, der den Charakter des Wetters weitgehend bestimmt, wie einige Angaben über die Wetterlage zur Zeit der Messungen zeigen.

5.1.61 früh 0°C, leichte Bewölkung, mittags aufgeheitert, sonnig, nachmittags wieder Eintrübung mit Schneetreiben.

7.1.61 früh -3°C, bewölkt, später Auflockerung, nachmittags Schneetreiben, am Spätnachmittag Föhneinfluß.
9.1.61 früh -2°C, sonnig, Talnebel, mittags sonnig, ansteigende Temperaturen, nachmittags bedeckt, Föhneinfluß.
10.1.61 früh -2°C, sonnig, leichte Föhnzirren.
11.1.61 früh -2°C, leicht bewölkt.
31.1.61 früh +5°C, bewölkt bis bedeckt, Nieselregen, Tauwetter, mittags Einsetzen eines sehr starken Föhnsturms, stärkster Föhnsturm seit mehreren Jahren.
1.2.61 früh +4°C, bedeckt, teilweise Regen, mittags Gewitter, nachmittags kälter, Schneesturm, starkes Schneetreiben.
2.2.61 früh +2°C, bedeckt, leichter Schneefall.
4.2.61 früh +1°C, bedeckt, Schneefall, Schneetreiben, dann aufklarend, sehr sonnig.

## II. MATERIAL UND METHODIK

Das Untersuchungsgebiet liegt, wie erwähnt, im Landkreis Laufen/Obb. Die Messungen wurden in 100 Rinderstallungen durchgeführt. Ich suchte kleine, mittlere und große Betriebe aus, um ein wahrheitsgetreues Bild über die herrschenden Verhältnisse zu bekommen. Da die Monate November/Dezember 1960 zu mild waren, um klimatische Messungen im geschlossenen Stall anzustellen, führte ich erst die Voruntersuchungen durch. In den Monaten Januar/Februar 1961 folgten die eigentlichen Messungen. Für die Voruntersuchungen fertigte ich mir eine Tabelle an, in die ich unter anderem Lage, Alter, Baumaterial und Maße des Stalles eintrug. Die eigentlichen Messungen führte ich zwischen $8^{00}$ und $16^{00}$ Uhr durch. Da die Stallarbeiten im Winter um $7^{00}$ Uhr beendet sind, waren die Voraussetzungen in Bezug auf ausgeglichene klimatische Verhältnisse für meine Messungen zu diesem Zeitpunkt gegeben. Eine Möglichkeit, die Meßgeräte im Stall an den gewünschten Punkten anzubringen, ist nirgends vorhanden. Ich ergänzte daher ein Fotostativ mit einem Aufsatz, der mehrere Aufhängemöglichkeiten hatte. Die Messungen mit dem Polymeter, Katathermometer und Thermometer führte ich an drei mir besonders markant erscheinenden Punkten aus.

Punkt A lag in der Mitte des Futtergangs vor den Tieren. Als eigentliche Mitte des Stalles wäre zwar ein Punkt zwischen den Tieren anzusehen, hier-

bei hätte ich aber eine Hilfsperson benötigt und außerdem wären die Meßergebnisse durch die Unruhe der Tiere beeinflußt worden.

Punkt B lag an einer Außenwand in der Ecke des Stalles am Ende der Stallgasse hinter den Tieren.

Punkt C war jeweils eine Stelle, wo anzunehmen war, daß hier die Lüftungsintensität am größten sei. So z.B. in der Nähe eines offenen Futterlochs oder geöffneten Kippfensters, oder beim Abluftschacht bzw. Dunstkamin.

Der Kohlendioxydgehalt wurde jeweils am Punkt A in 1 m Höhe und 20 cm unter der Decke gemessen.

Zu den Messungen benützte ich folgende Instrumente:

a) das Lambrecht-Polymeter der Firma W.Lambrecht, Göttingen, das zur Messung verschiedener meterologischer Werte wie relative Feuchte, Temperatur, absolute Feuchte, Taupunkt, Dampfdruck, Sättigungsdruck und Sättigungsdefizit dient. Das Gerät besitzt als Meßelement einen Pernix-Kunstfaserstrang, dessen Längenänderungen eine Bewegung des Zeigers bewirken. Die eine Skala für relative Feuchte ist in Prozenten und die andere für Temperaturbestimmung in Gradzahlen geteilt. Das Meßgerät ist 14-tägig zu regenerieren. Zu diesem Zweck wird es etwa 1/2 Stunde mit einem feuchten Tuch umhüllt und der Zeiger muß etwa 95 - 96 % rel. Feuchte anzeigen. Vorhandene Abweichungen von diesem Wert werden mittels einer oben angebrachten Einstellschraube korrigiert. Beim Ablesen der Werte ist sehr darauf zu achten, dem Gerät nicht zu nahe zu kommen, um Veränderungen der Ergebnisse zu vermeiden.

b) das Gasspürgerät Modell 19/31 des Draegerwerkes/Lübek, das aus einer Balgpumpe und einem Pumpenkopf besteht, in welchen ein Prüfröhrchen eingesetzt wird. Die Pumpe wird betätigt, indem man den Gummibalg bis zum Anschlag zusammendrückt und dann freiläßt. Beim Zusammendrücken entweicht die Luft aus dem Balg durch das Auslaßventil. Da nur die sich entspannenden Federn den Saugvorgang der Pumpe erzeugen, ist jeder subjektive Einfluß ausgeschaltet. So wird die Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Prüfröhrchen, die entscheidend für die Meßgenauigkeit ist, ausschließlich durch die Federkraft und den Widerstand der Röhrchenfüllung bestimmt. Der Pumpvorgang wird so oft wiederholt, als es die Vorschrift für die jeweilige Prüfröhrchentype verlangt. Ich verwendete bei meinen Messungen Prüfröhrchen des Typs 0,1 a. Für diese Prüfröhrchen sind 5 Hübe erforderlich, danach kann der $CO_2$-Gehalt direkt

in Prozenten an der Umschlagstelle der verfärbten Farbzone abgelesen werden. Zur Handhabung des Gerätes ist eine gewisse Übung erforderlich. Mehrere Probemessungen sind am Anfang unerläßlich. Ich führte daher in den ersten Ställen je fünf Probemessungen durch. Bei der Auswertung konnte ich bei den ersten Messungen Abweichungen feststellen, da ich im Umgang mit dem Gerät noch nicht die rechte Geschicklichkeit besaß. Auch beim Ablesen der Werte traten Schwierigkeiten auf. Die Farbzone verläuft nämlich schräg und ich mußte daher immer den Mittelwert durch Interpolieren feststellen.

c) das Katathermometer der Firma W.Lambrecht, Göttingen, das zur Ermittlung der klimatischen Abkühlungsgröße dient. Man kann auf Grund der Messungen mit dem Katathermometer beurteilen, in welchem Maße sich der den jeweiligen klimatischen Verhältnissen ausgesetzte menschliche oder tierische Körper abkühlt. Vor Beginn der Messungen wird das Thermometer in ein Wasserbad von ca. 50 - 80°C solange eingetaucht, bis die oben angebrachte Glaskugel zu etwa ein Drittel ihres Volumens mit der Anzeigeflüssigkeit gefüllt ist. Nach der Erwärmung wird das Thermometer sorgfältig abgetrocknet und pendelfrei am Meßort aufgehängt. Mit einer Stoppuhr wird die Zeit bestimmt, die die Flüssigkeit benötigt, um von der oberen Marke (38°C) bis zur unteren (35°C) abzusinken. Die Abkühlungsgröße ergibt sich dann nach den Quotienten:

$$Ak = \frac{\text{Gerätekonstante}}{\text{gestoppte Zeit (sec.)}}$$

Die Gerätekonstante ist jedem Thermometer aufgeätzt und hängt von der Wärmekapazität, Form und Dimension des Gerätes ab. Zur Ermittlung der Windgeschwindigkeit ist außerdem noch die Temperatur heranzuziehen. In einer zum Gerät gelieferten Tabelle läßt sich die Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Abkühlungsgröße und Temperatur ablesen.

d) das Luxmeter der Firma P.Gossen & Co. GmbH Erlangen, mit dem die herrschenden Lichtverhältnisse gemessen werden. Das Gerät besteht aus einem Selen-Sperrschicht-Photoelement und einem Milliamperemeter. Das letztere zeigt den unter dem Einfluß des Lichtes in dem Photoelement entstehenden Strom an und registriert die Stromstärke mit Hilfe eines Zeigers auf einer in Lux eingeteilten Skala. Um ein wahrheitsgetreues Ergebnis über die Belichtung des Stalles zu bekommen, ist die Wahl des Meßpunktes entscheidend. Es handelt sich hier nämlich um ein sehr empfindliches Gerät, das auf jede äußere Einwirkung reagiert, z.B. Schwanzwedeln der Tiere, Kopfbewegung

in der Meßrichtung, Vorbeigehen einer Person, sogar in größerer Entfernung, oder auf die sich vor dem Fenster durch den Wind bewegenden Äste der Bäume. Ich wählte zu meinen Messungen einen Punkt in der Mitte des Stalles. In einer Höhe von 1,50 m maß ich in Richtung jeder Wand, der Stalldecke und des Bodens. Aus diesen sechs Ergebnissen errechnete ich den Mittelweg.

## III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Bei der Auswertung und Gegenüberstellung meiner Meßergebnisse teilte ich die 100 Stallungen ihrem Alter nach in drei Gruppen ein:

| | | |
|---|---|---|
| Gruppe I | Ställe bis 20 Jahre | = 17 Ställe |
| Gruppe II | Ställe von 20 bis 50 Jahren | = 42 Ställe |
| Gruppe III | Ställe über 50 Jahre | = 41 Ställe. |

Da es zu weit führen würde, jeden der 100 Ställe zu besprechen, möchte ich jeweils drei der für die betreffende Gruppe typischen Ställe beschreiben.

### a) Gruppe I

Stall Nr. 17

Dieser Stall ist 7 Jahre alt. Er ist in Nord-Süd-Richtung angelegt; an der Ostseite ist das Wohnhaus angebaut. Die Umfassungsmauern bestehen aus Nagelfluh und sind innen und außen verputzt. Die Wandstärke beträgt 45cm. Die Stalldecke wird von einem Schienen-Ziegel-Gewölbe gebildet. Der Standplatz der Tiere ist aus Tonplatten. Von den vorhandenen fünf Türen führen drei ins Freie und zwei ins Wohnhaus. Drei der fünf Fenster führen nach Westen, zwei nach Norden. Sie bilden eine Gesamtfläche von 2,8 qm, was einem Verhältnis zur Bodenfläche von 1/30 entspricht. Die Größe des Stalles beträgt 191,4 cbm. Auf eine GVE entfällt ein Luftkubus von 23,3 cbm. Die Tiere sind einreihig aufgestallt. Ein Holzfreßgitter ist vorhanden, ebenso eine Selbsttränkeanlage. Eine besondere Lüftungseinrichtung gibt es in diesem Stall nicht, deshalb werden Futterlöcher, die zu dem über dem Stall befindlichen Heuboden führen, zur Belüftung herangezogen. Der Stall macht einen sauberen aber etwas dunklen Eindruck. Der Ernährungs- und Pflegezustand der Tiere ist gut.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| - 2 | 12, 6 | 87 | 90, 3 | 0, 21 | 0, 23 | 17, 5 |

Stall Nr. 46

Der Stall wurde vor einem Jahr gebaut. Er liegt in Nord-Süd-Richtung. An die Ostseite ist das Wohnhaus angebaut; die übrigen Seiten sind frei. Die aus Bimshohlblocksteinen errichteten Außenmauern sind 30 cm stark und innen wie außen verputzt. Als Decke wurde eine Fertigdecke eingesetzt. Der Standplatz der Tiere besteht aus Steinit-Estrich. Von den vorhandenen sechs Türen führen vier ins Freie. Durch die Türe im Norden kann mit Wagen eingefahren werden. Von den neun Fenstern, die den Stall mit genügend Licht versorgen, zeigen sieben nach Westen und zwei nach Süden. Ihre Gesamtfläche beträgt 7, 3 qm; das Verhältnis Fensterfläche/Bodenfläche ist 1/19. Der Stall hat einen Rauminhalt von 354, 6 cbm und pro GVE stehen 31, 1 cbm Luftraum zur Verfügung. Die Tiere sind in einer Längsreihe mittellang mit dem Kopf zur Stallmitte aufgestallt. Holzfreßgitter und Selbsttränkeanlage sind vorhanden. Die Kippfenster bilden die einzige Lüftungsvorrichtung. Der Stall und die darin untergebrachten Tiere machen einen sehr guten und sauberen Eindruck.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 3 | 11 | 93 | 90, 3 | 0, 11 | 0, 11 | 24, 6 |

Stall Nr. 76

Dieser Stall wurde vor 20 Jahren gebaut. An die östliche Längsfront ist das Wohnhaus angebaut. Die Westfront ist frei. Das Wohnhaus wird vom Stall durch die Tenne getrennt, in die mit Heuwägen eingefahren werden kann. Die Außenmauern sind aus Bruchsteinen und nur innen verputzt. Sie weisen eine Stärke von 45 cm auf. Die Decke besteht aus Holz, der Standplatz der Tiere aus Tonplatten. Von den drei Türen führen zwei ins Freie und eine in die Tenne. Die sieben Fenster haben eine Gesamtfläche von 4, 4 qm

und ein Verhältnis zur Bodenfläche von 1/22. Der Luftkubus beträgt 236, 8 cbm, der Raum pro GVE 24, 9 cbm. Freßgitter und Selbsttränkeanlage sind vorhanden. Die Tiere sind einreihig, mittellang aufgestallt. Außer den sieben unter der Decke angebrachten Wandlöchern sind keine Lüftungsvorrichtungen vorhanden. Das in den Heuboden führende Futterloch wird zum Luftaustausch herangezogen. Der Stall macht einen sauberen Eindruck. Der Ernährungs- und Pflegezustand der Tiere ist gut.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 3 | 9, 5 | 90 | 82 | 0, 25 | 0, 20 | 17, 3 |

Für die Gruppe I wurden folgende Durchschnittswerte ermittelt:

| IT °C | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux | Raum pro GVE cbm | FF : BF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 m | u.D. | | | |
| 11, 6 | 92, 2 | 0, 27 | 0, 29 | 23 | 26, 5 | 1/21 |

Als Lüftungseinrichtung fand ich in einem Stall nur Fenster, in 13 Ställen Kippfenster, Wandlöcher oder Futterlöcher und in drei Ställen Wandschächte oder einen Dunstkamin.
Das Baumaterial für die Umfassungswände bestand 4 mal aus Bruchstein, 7 mal aus Nagelfluh, 3 mal aus Bimssteinhohlblock und je 1 mal aus Schlakken, Sandstein und Ziegel. Zum Bodenbelag für den Standplatz wurden 12 mal Tonplatten, 2 mal Holz und 3 mal Estriche verwendet.
Die Stalldecke war in 7 Ställen ein Schienenziegelgewölbe und in 7 eine Fertigdecke, in 3 Ställen bestand sie aus Holz.

Bei der Gruppe I, die die Ställe bis 20 Jahre erfaßt, handelt es sich um die kleinste Gruppe mit 17 Ställen. Die Hofanlage in T-Form ist überall die gleiche wie bei den vorher besprochenen drei Ställen. Mit Ausnahme von drei Ställen waren alle in Nord-Süd-Richtung angelegt. Sechs Betriebe wiesen eine Belegung unter 5 GVE auf. Nur in einem Stall waren neben den Rindern auch Schweine untergebracht.
Die Rinder waren in allen Ställen mittellang einreihig aufgestallt. Die Sauberkeit war überwiegend als gut bis sehr gut zu bezeichnen. Die Meßergeb-

nisse der jeweiligen Klimafaktoren aller in dieser Gruppe erfaßten Ställe sind aus der folgenden Tabelle I ersichtlich und werden in der Besprechung der Ergebnisse denen der anderen Gruppen gegenübergestellt.

Erklärung zu den Spaltennummern der Tabellen

1 Stallnummer
2 Alter des Stalles
3 Stallage
4a Material der Umfassungsmauern
4b Standplatzmaterial
4c Deckenmaterial
5 Wandstärke in cm
6 Lüftungseinrichtung
7 Fensterfläche in qm
8 Fensterflächen-: Bodenflächenverhältnis
9 Kubatur in cbm
10 Großvieheinheit
11 Raum pro Großvieheinheit in cbm
12 Untersuchungstag
13 relative Feuchtigkeit im Freien
14 Außentemperatur
15 relative Feuchtigkeit im Stall
16 Innentemperatur
17 Abkühlungsgröße
18 Windbewegung m/sec.
19a $CO_2$-Gehalt in 1 m Höhe
19b $CO_2$-Gehalt 20 cm unter der Decke
20 Helligkeit im Stall in Lux
21 Fensterrichtung
22 Sauberkeit im Stall
23 Ernährungszustand der Tiere

Erklärung der Abkürzungen in den Tabellen

| | |
|---|---|
| Bi St | = Bimsstein |
| B St | = Bruchstein |
| Böhm.Gewe. | = Böhmisches Gewölbe |
| E Schl | = Eisenschlacken |
| Fe.De. | = Fertigdecke |
| FL | = Futterloch |
| Hbl. | = Hohlblockstein |
| HZ | = Hohlziegel |
| K | = Kippfenster |
| Nfl | = Nagelfluh |
| Sst. | = Sandstein |
| Sta. | = Stallit |
| Ste. | = Seinit |
| SchZG | = Schienen-Ziegel-Gewölbe |
| Schla. | = Schlacken |
| Tpl. | = Tonplatten |
| WL | = Wandloch |
| WSch | = Wandschacht |
| sg | = sehr gut |
| g | = gut |
| s | = schlecht |

Erklärung der Abkürzungen bei den Meßergebnissen der Stallbesprechung

| | |
|---|---|
| AT | = Außentemperatur |
| IT | = Innentemperatur |
| RAF | = Relative Außenfeuchtigkeit |
| RIF | = Relative Innenfeuchtigkeit |
| 1 m | = festgestellte Kohlendioxydgehalt in 1 m Höhe |
| u.D. | = festgestellter Kohlendioxydgehalt 20 cm unter der Decke |

Tabelle I Ställe bis 20 Jahre.

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | NS | BST | Tpl. | SchZG | 55 | - | 5,6 | 1/28 | 303,4 | 13 | 23,3 | 5.1. | 90 | 0° | A97<br>B97 | 12<br>11 | 8,09<br>8,68 | 0,107<br>0,102 | 0,17 | 0,21 | 2,6 | W<br>S | g | g |
| 17 | 7 | NS | Nfl | Tpl. | SchZG | 45 | FL | 2,8 | 1/30 | 191,4 | 8,2 | 23,3 | 10.1. | 87 | -2 | A92<br>B89<br>C90 | 12,0<br>13,0<br>13,0 | 7,50<br>7,38<br>7,23 | 0,071<br>0,083<br>0,075 | 0,21 | 0,23 | 17,5 | W<br>N | g | g |
| 26 | 12 | NS | Nfl | Holz | Holz | 44 | FL | 1,7 | 1/18 | 80,3 | 5 | 16,0 | 7,1. | 94 | -3 | A80<br>B81<br>C81 | 7<br>7<br>8 | 8,51<br>8,52<br>8,52 | 0,050<br>0,060 | 0,13 | 0,13 | 9,6 | W<br>S | g | g |
| 34 | 9 | NS | Nfl | Tpl. | SchZG | 52 | FL | 1,9 | 1/27 | 110,2 | 3,1 | 38,7 | 31.1. | 95 | +6 | A85<br>B85<br>C85 | 13<br>12,5<br>12,5 | 8,12<br>8,22<br>8,24 | 0,133<br>0,128<br>0,131 | 0,15 | 0,19 | 9,0 | W<br>S | g | g |
| 36 | 2 | NS | Nfl | Ste | Fe.d.HZ | 50 | K<br>FL | 11,4 | 1/14 | 413,7 | 16,5 | 25,0 | 31,1 | 95 | +6 | A90<br>B90<br>C95 | 14,0<br>14,0<br>13,0 | 7,86<br>7,86<br>7,79 | 0,136<br>0,136<br>0,107 | 0,20 | 0,28 | 60 | W<br>NO | sg | sg |
| 40 | 15 | NS | Nfl | Holz | SchZG | 40 | FL | 1,5 | 1/35 | 112,8 | 6,2 | 18,1 | 9.1. | 85 | -1 | A97<br>B87<br>C98 | 13,0<br>13,0<br>12,0 | 7,72<br>8,01<br>8,03 | 0,104<br>0,123<br>0,101 | 0,21 | 0,25 | 26,6 | W<br>N | g | g |
| 44 | 7 | NS | Schl | Tpl. | SchZG | 40 | 2 WSch | 1,3 | 1/28 | 79,9 | 5,1 | 15,6 | 9,1. | 90 | +1 | A99<br>B98 | 16<br>17 | 6,81<br>5,87 | 0,109<br>0,063 | 0,54 | 0,61 | 3 | W | sg | g |
| 46 | 1 | NS | Hbl | Ste | Fe.D. | 30 | K<br>FL | 7,3 | 1/19 | 354,6 | 14,4 | 31,1 | 7,1. | 93 | +3 | A95<br>B88<br>C88 | 12<br>11<br>10 | 7,50<br>7,50<br>7,45 | 0,071<br>0,055 | 0,11 | 0,11 | 24,6 | W<br>S | sg | g |
| 63 | 6 | OW | SSt | Tpl. | SchZG | 45 | 4WL | 2,3 | 1/22 | 114,7 | 4 | 28,6 | 10,1. | 90 | +4 | A99<br>C98 | 14<br>13 | 6,95<br>7,16 | 0,074<br>0,069 | 0,41 | 0,43 | 10,3 | N | s | g |
| 67 | 10 | NS | Nfl | Tpl. | SchZG | 48 | FL | 2,0 | 1/20 | 90,3 | 4,1 | 22 | 7,1. | 95 | +2 | A85<br>B95 | 8<br>8 | 8,51<br>8,34 | 0,060<br>0,054 | 0,21 | 0,19 | 5,3 | N | s | g |
| 68 | 3 | NS | Nfl | Tpl. | Fe.De. | 53 | FL | 4,1 | 1/19 | 183,3 | 6,5 | 28,2 | 9,1. | 90 | +6 | A92<br>B97<br>C91 | 13<br>13<br>13 | 8,08<br>8,68<br>7,94 | 0,123<br>0,191<br>0,120 | 0,41 | 0,41 | 27 | W<br>O | g | g |
| 70 | 1 | NS | Bi.St. | Ste | Fe.D. | 40 | K<br>Dunst-<br>kamin | 3,7 | 1/21 | 194,7 | 4,1 | 47,4 | 9,1. | 90 | +5 | A88<br>B95<br>C92 | 13<br>11<br>12 | 8,52<br>8,03<br>8,66 | 0,164<br>0,082<br>0,147 | 0,19 | 0,19 | 7,8 | W<br>O | sg | sg |
| 72 | 3 | WO | HBL | Tpl. | FeDHZ | 50 | K<br>Decken-<br>schlitze | 9,9 | 1/16 | 420 | 13,5 | 31,1 | 2.2. | 90 | +2 | A93<br>B95<br>C95 | 11<br>13<br>10 | 7,55<br>7,22<br>7,94 | 0,037<br>0,073<br>0,065 | 0,31 | 0,35 | 27,5 | N<br>O | sg | sg |
| 76 | 20 | NS | Bst | Tpl. | Holz | 45 | 7WL | 4,4 | 1/22 | 236,8 | 9,5 | 24,9 | 2,2 | 90 | +3 | A83<br>B83<br>C80 | 10,5<br>10<br>8 | 7,72<br>7,09<br>8,24 | 0,050<br>0,050 | 0,25 | 0,20 | 17,3 | W<br>O | g | g |

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 79 | 12 | NS | BSt | Tpl | FeDe | 45 | 1WL | 2,0 | 1/16 | 70,8 | 7,0 | 35,4 | 10,1. | 90 | +4 | A99<br>B98 | 14,5<br>13,5 | 7,77<br>7,31 | 0,142<br>0,080 | 0,88 | 0,60 | 22 | S<br>W | sg | g |
| 93 | 9 | WO | BSt | Tpl | Holz | 60 | K<br>FL | 8,2 | 1/21 | 431 | 15 | 28,7 | 4.2. | 95 | +2 | A98<br>B99<br>C98 | 14<br>15<br>14,5 | 6,83<br>6,89<br>7,36 | 0,070<br>0,091<br>0,128 | 0,25 | 0,30 | 21,9 | S<br>W | g | g |
| 96 | 6 | NS | Ziegel | Tpl | FeDe | 40 | K<br>Wand-<br>schächte | 8,0 | 1/15 | 294 | 11,7 | 25,1 | 4.2. | 95 | +3 | A94<br>B95 | 14,5<br>14 | 7,38<br>7,21 | 0,113<br>0,091 | 0,30 | 0,34 | 127,8 | O<br>SW | sg | g |

b) Gruppe II

Stall Nr. 8

Der Stall ist 35 Jahre alt und wurde vor vier Jahren erneuert. Er ist in Nord-Süd-Richtung angelegt. Wie es allgemein hier in der Gegend üblich ist, schließt sich an die Ostseite das Wohnhaus, das durch die Tenne mit dem Stall in Verbindung steht. An die Nordseite ist ein Heustadel angebaut. Die 45 cm starken Mauern bestehen aus Nagelfluh. Als Decke dient ein Schienen-Ziegel-Gewölbe, über welchem sich eine Schicht aus grober Holzasche und darauf Beton befindet. Der Standplatz der Tiere besteht aus Tonplatten. Von den fünf Türen führen vier ins Freie und eine in die Tenne. An der Westseite in ca. 70 cm Höhe ist ein 0,50 m x 0,60 m großes Mistloch in der Wand. Von den sieben Kippfenstern, die vor vier Jahren neu eingebaut wurden, zeigen fünf nach Westen und zwei nach Süden. Mit ihrer Gesamtfläche von kaum 3,8 qm versorgen sie den Stall nur sehr ungenügend mit Licht. Das Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche beträgt 1/38. Der Stallraum ist 231,58 cbm groß und auf eine GVE entfallen 19,3 cbm Luft. Die Tiere sind im Mittellangstand aufgestallt. Selbsttränkeanlagen sind vorhanden, ebenso eine Melkmaschine. Zur Lüftung dienen Kippfenster, da die vorhandenen vier Wandlöcher verstopft sind. Das Futterloch in der Decke wird auch zur Lüftung herangezogen. Der Stall macht einen dunklen Eindruck und ist auch nicht als sauber zu bezeichnen. Die Tiere dagegen sind gut gepflegt und befinden sich in einem guten Ernährungszustand.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 5 | 13,8 | 90 | 92 | 0,32 | 0,37 | 12 |

Stall Nr. 61

Der Stall ist 39 Jahre alt, vor einem Jahr umgebaut. Er ist in Nord-Süd-Richtung angelegt. An die Ostseite ist das Wohnhaus, an die Nordseite eine Scheune angebaut. Die West- und Südseite sind frei. Die 50 cm starken Außenmauern sind aus Bruchsteinen und Ziegeln. Sie sind innen und außen verputzt. Als Decke dient ein Schienen-Ziegel-Gewölbe. Der vor einem Jahr eingebaute Standplatz der Tiere besteht aus Tonplatten. Von den vorhandenen drei Türen führen zwei ins Freie und eine ins Wohnhaus. Von den zwölf, ebenfalls vor einem Jahr angebrachten Kippfenstern, zeigen

zehn nach Westen und zwei nach Süden. Sie bilden eine Gesamtfläche von 8, 8 qm, was einem Verhältnis zur Bodenfläche von 1/10 entspricht. Dementsprechend macht der Stall einen sehr hellen Eindruck. Der Luftraum beträgt 396 cbm und auf eine GVE entfallen 25 cbm Luftraum. Die Tiere sind einreihig im Kurzstand aufgestallt. Selbsttränkeanlagen sind vorhanden, ebenso eine Melkmaschine. Zur Belüftung werden die Kippfenster herangezogen. Der Besitzer des Hofes ist fortschrittlich eingestellt und dies fällt beim Betreten des Stalles auf. Durch den Umbau macht der Stall einen sehr sauberen Eindruck, und sogar ein Thermometer ist hier angebracht, was sonst selten der Fall ist.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 5 | 10, 6 | 85 | 90 | 0, 16 | 0, 15 | 29, 5 |

Stall Nr. 89

Der Stall ist 35 Jahre alt. Seine Hauptfronten zeigen nach Westen und Osten. An die Ostseite ist das Wohnhaus angebaut. Die 55 cm starken Umfassungsmauern bestehen aus Nagelfluh und sind nur innen verputzt. Als Decke fand ich ein böhmisches Gewölbe. Die Tiere stehen auf roten Tonplatten. Von den vier Türen führen zwei ins Freie. Fünf Fenster mit einer Gesamtfläche von 4, 7 qm zeigen nach Westen und zwei nach Osten. Bei einem Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche von 1/33 wird der Stall nur ungenügend mit Licht versorgt. Der umbaute Raum beträgt 372, 2 cbm, also entfallen auf eine GVE 27, 5 cbm Raum. Die Tiere sind einreihig mittellang aufgestallt. Der Stall ist mit Holzfreßgittern und Selbsttränkeanlagen ausgerüstet. Als einzige Entlüftungsanlage sind sechs kleine Wandlöcher, von denen drei verstopft sind, vorhanden. Zwei Futterlöcher, von denen eines geöffnet ist, führen in den über dem Stall liegenden Heuboden. Der Stall macht einen dunklen und feuchten Eindruck. Die Wände in Fensternähe sind teilweise naß. Im Stall befindet sich ein eingebauter offener Wasserbehälter, in den ständig Wasser einläuft.

Maßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 1 | 11 | 100 | 90 | 0, 37 | 0, 32 | 9, 5 |

Für die Gruppe II wurden folgende Durchschnittswerte ermittelt:

| IT °C | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux | Raum pro GVE cbm | FF : BF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 m | u.D. | | | |
| 11, 3 | 86 | 0, 28 | 0, 31 | 17, 5 | 22, 4 | 1/26 |

Als Lüftungseinrichtung traf ich in 38 Ställen Kippfenster, Wandlöcher oder Futterlöcher an. In 4 Ställen fand ich einen Dunstkamin.
Für die Umfassungswände wurde als Baumaterial verwendet:
26 mal Nagelfluh, 10 mal Bruchstein, 5 mal Eisenschlacken und 1 mal Sandstein.
Der Standplatz der Tiere bestand 29 mal aus Tonplatten, 10 mal aus Estrich und 3 mal aus Holz.
Als Stalldecken fand ich 34 mal Schienen-Ziegel-Gewölbe, 5 mal Fertigdecken, 2 mal ein Böhmisches Gewölbe und 1 mal eine Holzdecke.

Die Gruppe II, die aus 42 Ställen besteht, umfaßt Betriebe zwischen 20 und 50 Jahren. Sie ist die größte Gruppe. 37 Ställe waren in Nord-Süd-Richtung angelegt, die restlichen fünf von Osten nach Westen. 10 Betriebe waren mit weniger als 10 GVE belegt, 27 Ställe hatten 10 - 20 GVE und über 20 GVE 5 Ställe. Ich fand in dieser Gruppe dreimal Kurzstandaufstallung; der Rest wies Mittellangstand auf. Hier war auch der von all den untersuchten Betrieben einzige Stall, der eine zweireihige Anordnung der Tiere hatte. In 5 Ställen waren ne-

ben den Rindern und dem Jungvieh auch Schweine untergebracht. Die Sauberkeit bezeichnete ich in 8 Fällen als sehr gut, 23 mal als gut und 11 mal als schlecht. Die Meßergebnisse dieser Gruppe sind in Tabelle II zusammengefaßt und ich gehe auf sie bei der Besprechung der Ergebnisse näher ein.

Tabelle II Ställe von 20 - 50 Jahren.

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 21 | NS | BSt | Ste | SchZG | 52 | K<br>FL | 4,8 | 1/24 | 273,2 | 11 | 24,8 | 5,1. | 90 | +3 | A95<br>B95<br>C90 | 14<br>12<br>11 | 7,72<br>7,89<br>9,60 | 0,129<br>0,094<br>0,195 | 0,40 | 0,45 | 12,1 | W<br>O | g | g |
| 6 | 47 | NS | Nfl | Ste | SchZG | 50 | FL | 3,7 | 1/44 | 378,4 | 15,1 | 25,0 | 5.1. | 90 | +4 | A80<br>B82<br>C82 | 10,5<br>10<br>10 | 8,51<br>8,52<br>8,72 | 0,102<br>0,092<br>0,105 | 0,21 | 0,20 | 4 | W<br>O | g | g |
| 8 | 35 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 4WL | 3,8 | 1/38 | 231,5 | 12 | 19,3 | 31.1. | 90 | +5 | A92<br>B92<br>C92 | 14<br>14<br>13,5 | 8,44<br>6,29<br>7,83 | 0,195<br>0,050<br>0,199 | 0,32 | 0,37 | 12 | W<br>S | s | g |
| 10 | 30 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | FL | 5,6 | 1/30 | 388,4 | 19,5 | 19,9 | 31.1. | 90 | +5 | A88<br>B94<br>C84 | 14<br>13,5<br>13 | 7,08<br>6,97<br>7,94 | 0,077<br>0,068<br>0,120 | 0,21 | 0,31 | 6,3 | W<br>NO | s | g |
| 11 | 49 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | FL | 3,9 | 1/24 | 210,5 | 11,5 | 18,3 | 31.1. | 90 | +6 | A85<br>B92<br>C94 | 13<br>12,5<br>13,5 | 7,87<br>8,05<br>7,73 | 0,106<br>0,111<br>0,119 | 0,14 | 0,23 | 12 | W<br>O | g | g |
| 12 | 36 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 40 | K<br>FL | 5,6 | 1/20 | 283,7 | 12,2 | 22,4 | 31.1. | 90 | +6 | A90<br>B95<br>C94 | 14<br>13<br>13 | 7,12<br>7,29<br>7,26 | 0,085<br>0,078<br>0,075 | 0,26 | 0,29 | 13,6 | W<br>SO | g | g |
| 13 | 50 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | FL | 5,1 | 1/26 | 312,8 | 17,2 | 18,1 | 31.1. | 90 | +5 | A88<br>B90<br>C86 | 13<br>12,5<br>11,0 | 8,17<br>8,22<br>9,26 | 0,137<br>0,127<br>0,166 | 0,21 | 0,20 | 17,0 | W | g | g |
| 15 | 40 | OW | Nfl | Tpl | SchZG | 40 | 3WL | 5,7 | 1/19 | 261,1 | 13,1 | 20,0 | 7.1. | 94 | -2 | A88<br>B80<br>C80 | 8<br>9<br>8 | 9,49<br>9,49<br>10,77 | 0,112<br>0,134<br>0,196 | 0,21 | 0,20 | 22,3 | W<br>S | s | sg |
| 18 | 31 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 3WL | 2,9 | 1/32 | 234 | 12 | 19,5 | 10.1. | 87 | +1 | A93<br>B90<br>C81 | 12<br>11,5<br>9,5 | 7,69<br>8,49<br>8,72 | 0,083<br>0,124<br>0,084 | 0,19 | 0,19 | 23,6 | W<br>OS | s | g |
| 22 | 39 | NS | Nfl | Ste | SchZG | 50 | K<br>WLFL | 4,7 | 1/34 | 384 | 13,5 | 28,4 | 11.1. | 90 | -2 | A92<br>B92<br>C92 | 10<br>9<br>9 | 8,83<br>9,10<br>o,26 | 0,112<br>0,108<br>0,114 | 0,31 | 0,37 | 17 | W | g | g |
| 23 | 45 | OW | Nfl | Holz | SchZG | 45 | 6WL | 5,9 | 1/32 | 352 | 15,8 | 22,2 | 11.1. | 90 | -2 | A95<br>B95<br>C95 | 11,5<br>11<br>11 | 7,73<br>7,75<br>7,79 | 0,068<br>0,068<br>0,069 | 0,27 | 0,27 | 12,8 | S | g | sg |
| 24 | 40 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 3WL | 3,9 | 1/35 | 312.8 | 15 | 20,8 | 5.1. | 90 | +5 | A88<br>B92<br>C90 | 12<br>12<br>10 | 8,29<br>8,29<br>8,37 | 0,121<br>0,121<br>0,080 | 0,28 | 0,28 | 25,5 | W<br>O | g | g |
| 25 | 49 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | 5WL | 3,9 | 1/28 | 263,2 | 10,3 | 25,5 | 5.1. | 90 | +5 | A88<br>B92<br>C90 | 12,5<br>10<br>10 | 8,29<br>7,43<br>7,98 | 0,149<br>0,065 | 0,30 | 0,48 | 8,3 | W | g | g |
| 27 | 45 | NS | Nfl | Ste | SchZG | 50 | 4WL | 3,9 | 1/25 | 225 | 12,3 | 18,5 | 7.1. | 94 | -2 | A85<br>B82<br>C80 | 10,5<br>10<br>8 | 8,68<br>9,81<br>10,47 | 0,112<br>0,181<br>0,177 | 0,18 | 0,29 | 6,1 | W<br>S | g | g |
| 28 | 48 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 4WL | 6,8 | 1/30 | 457,8 | 23,3 | 19,6 | 7.1. | 94 | -2 | A88<br>B92<br>C92 | 11<br>10<br>10 | 9,10<br>9,28<br>9,28 | 0,152<br>0,141<br>0,141 | 0,39 | 0,41 | 15,6 | W<br>S | g | g |

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | 46 | NS | Nfl | Sta | SchZG | 50 | 4WL | 3,3 | 1/23 | 181,7 | 10,2 | 17,8 | 7.1. | 95 | 0 | A95<br>B97 | 16<br>13 | 6,68<br>6,64 | 0,108<br>0,060 | 0,68 | 0,65 | 12,5 | W<br>S | g | g |
| 30 | 33 | NS | Nfl | Tpl | Hohl-ziegel | 63 | 3WL<br>1 Luft-schacht | 7,0 | 1/22 | 378 | 20,5 | 18,4 | 7.1. | 95 | +1 | A90<br>B93<br>C88 | 8<br>8<br>9 | 9,02<br>8,77<br>11,84 | 0,085<br>0,074<br>0,333 | 0,12 | 0,11 | 18,8 | W | g | sg |
| 32 | 31 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | FL | 4,6 | 1/24 | 254,2 | 12,5 | 20,3 | 31.1. | 95 | +5 | A88<br>B90<br>C90 | 12<br>12<br>11,5 | 8,03<br>8,25<br>8,42 | 0,101<br>0,118<br>0,123 | 0,18 | 0,25 | 20,3 | N<br>S | g | g |
| 35 | 26 | NS | Nfl | Ste | SchZG | 50 | 8WL | 6,7 | 1/28 | 445,4 | 18 | 24,7 | 31.1. | 95 | +6 | A90<br>B90<br>C90 | 13<br>12<br>12,5 | 8,24<br>8,68<br>8,59 | 0,143<br>0,157<br>0,157 | 0,30 | 0,35 | 12 | W<br>S | g | s |
| 38 | 26 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 40 | FL | 2,2 | 1/23 | 109,8 | 6 | 18,3 | 9.1. | 85 | -2 | A95<br>B90 | +15<br>+15 | 6,39<br>6,83 | 0,061<br>0,084 | 0,42 | 0,48 | 6,5 | W | g | g |
| 41 | 35 | NS | Nfl | Ste | Böhm. Gew. | 55 | FL | 25 | 1/23 | 121,2 | 5,3 | 22,8 | 9.1. | 85 | +2 | A79<br>B97<br>C93 | 12<br>12<br>12 | 8,05<br>7,98<br>7,72 | 0,104<br>0,098<br>0,084 | 0,27 | 0,24 | 36,3 | W<br>S | sg | sg |
| 42 | 49 | NS | Schla | Tpl | SchZG | 55 | FL | 3,1 | 1/31 | 223,5 | 12,2 | 18,3 | 9.1. | 85 | 0 | A92<br>B96<br>C88 | 14<br>14<br>11 | 6,81<br>7,26<br>8,85 | 0,065<br>0,095<br>0,132 | 0,12 | 0,15 | 20,5 | W<br>O | sg | g |
| 45 | 50 | WO | ESchl | Ste | SchZG | 47 | 2WL | 1,8 | 1/32 | 121,0 | 6 | 20,1 | 9.1. | 85 | -2 | A93<br>B90<br>C88 | 13<br>13,5<br>12,5 | 7,79<br>7,26<br>6,99 | 0,108<br>0,083<br>0,054 | 0,31 | 0,31 | 15,6 | S<br>N | g | g |
| 48 | 26 | NS | Nfl | Tpl | FeDHZ | 45 | Entl. Kamin seit 56 | 7,7 | 1/35 | 696,1 | 31,2 | 22,3 | 7.1. | 93 | +3 | A92<br>B92<br>C97 | 9<br>9<br>8 | 7,18<br>7,09<br>7,29 | | 0,18 | 0,15 | 9,3 | W<br>O | g | sg |
| 50 | 49 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 4WL | 2,9 | 1/32 | 201,2 | 10,1 | 19,9 | 11.1. | 90 | -1 | A100<br>B100<br>C100 | 15<br>15,5<br>15 | 7,91<br>7,92<br>7,89 | 0,175<br>0,178<br>0,171 | 0,58 | 0,57 | 13 | W<br>O | g | g |
| 51 | 28 | NS | Nfl | Holz | SchZG | 47 | FL | 2,0 | 1/22 | 94,5 | 4,8 | 19,6 | 11.1. | 90 | +2 | A95<br>B95<br>C95 | 13,5<br>13<br>13 | 7,88<br>7,89<br>7,89 | 0,109<br>0,114<br>0,114 | o,54 | 0,54 | 16 | W<br>N | s | g |
| 52 | 34 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | FL | 3,3 | 1/30 | 125,2 | 12,5 | 18 | 1.2. | 92 | +5 | A74<br>B74<br>C76 | 10,5<br>10<br>10 | 9,43<br>9.16<br>10,17 | 0,171<br>0,131<br>0,205 | 0,12 | 0,20 | 5,8 | N | s | g |
| 54 | 50 | OW | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | K<br>FL | 4,7 | 1/29 | 311,4 | 13 | 23,9 | 1.2. | 92 | +4 | A82<br>B82<br>C78 | 11<br>11<br>10,5 | 8,12<br>8,01<br>7,86 | 0,089<br>0,082<br>0,065 | o,19 | 0,15 | 8,3 | S | s | g |
| 55 | 28 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 50 | FL | 3,6 | 1/28 | 228,3 | 9,5 | 24,0 | 1.2. | 92 | +4 | A80<br>B85<br>C80 | 14<br>13<br>13 | 8,24<br>8,51<br>8,42 | 0,172<br>0,197<br>0,190 | 0,25 | 0,32 | 13 | N | g | g |
| 57 | 23 | NS | Bst | Ste | Holz | 47 | K | 11,9 | 1/18 | 548,2 | 22,5 | 24,3 | 1.2. | 92 | +4 | A95<br>B95<br>C95 | 12<br>12<br>11 | 8,30<br>9,67<br>9,88 | 0,1555<br>0,201<br>0,259 | 0,38 | 0,40 | 16,5 | W<br>O | g | sg |
| 60 | 48 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 42 | 4WL | 1,4 | 1/21 | 62,9 | 2,1 | 29,9 | 10.1. | 90 | +5 | A99<br>B99 | 12<br>12 | 7,86<br>7,95 | 0,092<br>0,098 | 0,31 | 0,36 | 10,5 | S<br>W | s | s |
| 61 | 39 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 50 | K | 8,8 | 1/10 | 396 | 15,8 | 25 | 10.1. | 85 | +5 | A89<br>B92<br>C89 | 11<br>11<br>10 | 7,71<br>7,8<br>9,04 | 0,066<br>0,070<br>0,122 | 0,16 | 0,15 | 29,5 | W | sg | sg |

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64 | 31 | NS | Sst | Tpl | SchZG | 40 | 3WL | 1,7 | 1/15 | 57,6 | 2 | 28,8 | 10.1. | 90 | +4 | A92<br>C93 | 11,5<br>11,0 | 7,32<br>7,60 | 0,068<br>0,060 | 0,31 | 0,31 | 11,5 | S | s | s |
| 75 | 28 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 45 | 2WL | 5,6 | 1/22 | 312,4 | 14,3 | 21,8 | 2.2. | 90 | +2 | A80<br>B80<br>C80 | 9<br>11<br>11 | 8,45<br>9,57<br>8,96 | 0,076<br>0,186<br>0,144 | 0,23 | 0,30 | 25,1 | W<br>O | sg | g |
| 80 | 29 | NS | Bst | Ste | FeDe | 53 | Entl.<br>Kamin | 4,3 | 1/33 | 348,7 | 15 | 23 | 9.1. | 90 | +6 | A91<br>B90<br>C94 | 12<br>12<br>11,5 | 8,52<br>7,86<br>7,83 | 0,135<br>0,092<br>0,077 | 0,21 | 0,28 | 29,1 | W<br>S | s | g |
| 81 | 45 | NS | Bst | Tpl | FeDHZ | 50 | 8WL<br>WSch | 6,84 | 1/26 | 433 | 18 | 24,0 | 1.2. | 95 | +5 | A100<br>B100<br>C100 | 9<br>8<br>8 | 7,65<br>9,02<br>9,06 | <br>0,085<br>0,085 | 0,40 | 0,32 | 13,1 | 0<br>W | sg | sg |
| 82 | 30 | NS | Bst | Holz | SchZG | 52 | FL | 7,0 | 1/22 | 351,0 | 17 | 20,6 | 1.2. | 95 | +3 | A90<br>B95<br>C90 | 9,5<br>8<br>8 | 7,47<br>7,72<br>7,65 | -<br>-<br>- | 0,25 | 0,33 | 7,8 | N<br>W | sg | sg |
| 87 | 45 | WO | Schla | Tpl | SchZG | 46 | 3WL | 5,0 | 1/20 | 227,9 | 13 | 17,4 | 2.2. | 90 | +3 | A95<br>B95<br>C95 | 12<br>13<br>11 | 7,89<br>7,70<br>8,17 | 0,094<br>0,104<br>0,102 | 0,44 | 0,35 | 16 | S<br>WN | s | g |
| 89 | 35 | NS | Nfl | Tpl | Böhm.<br>Gewölbe | 55 | 6WL | 4,7 | 1/33 | 372,2 | 13,5 | 27,5 | 4.2. | 100 | +1 | A90<br>B90<br>C90 | 11<br>11,5<br>10,5 | 7,85<br>8,76<br>10,14 | 0,072<br>0,141<br>0,213 | 0,37 | 0,52 | 9,5 | W<br>O | g | g |
| 97 | 25 | NS | Bst | Tpl | FeDHZ | 50 | K | 12,2 | 1/20 | 768 | 27,5 | 27,9 | 4.1. | 95 | +3 | A89<br>B90<br>C90 | 14<br>13<br>13 | 7,45<br>7,67<br>9,76 | 0,012<br>0,274<br>0,286 | 0,32 | 0,39 | 134,3 | W<br>N | sg | g |
| 98 | 41 | NS | Schla | Tpl | SchZG | 45 | FL | 2,6 | 1/21 | 120,1 | 3 | 40,3 | 4.2. | 95 | +3 | A70<br>B70<br>C70 | 9<br>9<br>8 | 8,17<br>9,47<br>10,42 | 0,060<br>0,134<br>0,175 | 0,10 | 0,10 | 18,6 | W<br>O | sg | g |
| 101 | 50 | NS | Schla | Tpl | SchZG | 43 | FL | 1,9 | 1/40 | 168,9 | 12,5 | 13,5 | 4.2. | 90 | +2 | A95<br>B95<br>C100 | 13<br>11<br>10 | 7,72<br>8,00<br>8,25 | 0,111<br>0,082<br>0,078 | 0,28 | 0,35 | 8,6 | W | s | g |

c) Gruppe III

Stall Nr. 5

Es handelt sich hier um einen ca. 70 Jahre alten Stall. Er ist in Nord-Süd-Richtung angelegt. An der Ostseite erreicht man das Wohnhaus durch eine Tenne, die Westseite ist frei. Die aus Bruchsteinen bestehenden Mauern sind innen und außen verputzt und haben eine Stärke von 55 cm. Als Decke fand ich ein Schienen-Ziegel-Gewölbe, worüber eine Bretterdecke liegt. Vor sechs Jahren wurde der alte Holzboden durch rote Tonplatten ersetzt. Von den fünf Türen führen drei ins Freie, zwei in die Tenne. Von den sieben Fenstern zeigen fünf nach Westen und je eines nach Süden und Osten. Sie haben eine Gesamtfläche von 5, 67 qm, was einem Verhältnis zur Bodenfläche von 1/23 entspricht. Der Stall umfaßt einen Raum von 303, 4 cbm. Auf eine GVE entfallen 23, 3 cbm Luftraum. Die Tiere sind einreihig im Mittellangstand aufgestellt. Die Kälber stehen an der Nordseite in Boxen. Selbsttränkeanlagen und Melkmaschine sind vorhanden. Außer Fenstern ist keine Lüftungseinrichtung eingebaut. Die Sauberkeit im Stall läßt sehr zu wünschen übrig. Im Gegensatz dazu sind die Tiere gut gepflegt und weisen einen guten Ernährungszustand auf.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 5 | 10, 5 | 90 | 85 | 0, 25 | 0, 25 | 13, 8 |

Stall Nr. 85

Der Stall ist 70 Jahre alt und in Nord-Süd-Richtung gebaut. Seine Westseite ist ganz frei, die Ostseite nur zum Teil, da hier das Wohnhaus anliegt. Die 48 cm starken Umfassungsmauern bestehen aus Nagelfluh und sind nur innen verputzt. Die Decke ist ein Schienen-Ziegel-Gewölbe. Der aus Holz bestehende Standplatz der Tiere ist durch die Einwirkung des Harns und des Kotes zum Teil verfault. Von den drei Türen führen zwei ins Freie, eine in die Tenne. Die acht Fenster, von denen sechs nach

Westen und zwei nach Osten zeigen, bilden eine Gesamtfläche von 3,86 qm. Das Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche beträgt 1/35. Die Größe des Stalles beträgt 301,2 cbm. Einer GVE stehen 19,1 cbm Raum zur Verfügung. Eine besondere Lüftungseinrichtung ist nicht vorhanden. Zum Luftaustausch wird lediglich das Futterloch in der Decke herangezogen. Stall und Tiere machen einen sehr schlechten und ungepflegten Eindruck; die Luft ist stickig und verbraucht, der Raum ist dunkel und zu warm. Die Decke und teilweise auch die Wände sind naß.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| + 3 | 13,6 | 95 | 95 | 0,40 | 0,45 | 3,5 |

Stall Nr. 88

Der Stall ist 70 Jahre alt. Er ist in West-Ost-Richtung gebaut. Seine Hauptfront nach Süden ist frei und an die Nordseite ist das Wohnhaus angebaut, das mit dem Stall durch eine Tenne verbunden ist. An die Ostseite schließt sich die Scheune an. Die Wände sind aus Nagelfluh und haben eine Stärke von 45 cm. Sie sind nur innen verputzt. Als Decke fand ich ein Schienen-Ziegel-Gewölbe. Der Standplatz der Tiere besteht aus Tonplatten. Von den drei Türen gehen zwei ins Freie. Fünf der sieben Fenster zeigen nach Süden, zwei nach Norden. Die Fenster haben eine Gesamtfläche von 4,2 qm, was ein Verhältnis zur Bodenfläche von 1/31 ergibt. An der Südseite befinden sich drei Mistlöcher in der Wand, durch welche ausgemistet wird. Der Stall umfaßt 307 cbm Raum, sodaß einer GVE 23,6 cbm Raum zur Verfügung stehen. Die Tiere sind einreihig im Mittellangstand aufgestellt. Besondere Entlüftungsanlagen sind außer den sieben verstopften Wandlöchern nicht vorhanden. Nach Aussage des Besitzers werden die zwei in der Decke vorhandenen Futterlöcher und die in die Tenne führende Türe zum Luftaustausch herangezogen. Der Stall ist als sauber, aber etwas dunkel zu bezeichnen. Der Ernährungszustand der Tiere ist gut.

Meßergebnisse:

| AT °C | IT °C | RAF % | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 m | u.D. | |
| 0 | 11 | 90 | 87 | 0,20 | 0,28 | 7,1 |

Für die Gruppe III ermittelte ich folgende Durchschnittswerte:

| IT °C | RIF % | $CO_2$ % | | Helligkeit Lux | Raum pro GVE cbm | FF : BF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 m | u.D. | | | |
| 11,7 | 89,9 | 0,29 | 0,33 | 13 | 19,7 | 1/27 |

Als Lüftungseinrichtung fand ich in einem Stall nur Fenster, in 37 Ställen Kippfenster, Wandlöcher oder Futterlöcher und in drei Ställen Wandschächte oder einen Dunstkamin.
Das Baumaterial für die Umfassungswände war in 17 Ställen Nagelfluh, in 15 Bruchsteine, in 7 Schlacken und in zweien Sandstein. Zum Bodenbelag für den Standplatz wurden 22 mal rote Tonplatten, 13 mal Holz, 5 mal Estrich und 1 mal Beton verwendet.
Als Stalldecken fand ich 36 mal Schienen-Ziegel-Gewölbe, 3 mal ein Böhmisches Gewölbe und je einmal eine Holz- und Fertigdecke. Die Gruppe III besteht aus 41 Ställen, die alle über 50 Jahre alt sind. Sie ist die zweitgrößte Gruppe. Obwohl es sich hier um die ältesten der untersuchten Ställe handelt, weicht ihre Bauart sowie die gesamte Hofanlage nicht wesentlich von den in Gruppe II besprochenen jüngeren Ställen ab. Es läßt sich deutlich erkennen, daß die Ställe in dieser Gegend bis in die jüngste Zeit nach dem gleichen Schema angelegt wurden. Auch beim Betreten des Stalles kann man nicht immer nach dem optischen Eindruck auf das Alter des Stalles schließen, weil hier genau wie in der vorher besprochenen Gruppe nachträglich Verbesserungen in Bezug auf Fenster, Standplatz der Tiere, Anschaffung von Selbsttränkeanlagen und Melkmaschine vorgenommen wurden. Als Baumaterial für Umfassungswän-

de wird nach wie vor überwiegend Nagelfluh verwendet. Neun Ställe waren in Ost-West-Richtung angelegt, die übrigen in Nord-Süd-Richtung. Sechs Betriebe waren mit weniger als 5 GVE belegt, 12 mit 5 - 10 GVE und 23 hatten zwischen 10 und 20 GVE. In dieser Gruppe fand ich einmal eine Kurzstandaufstallung, zweimal einen Langstand, der Rest wies einen Mittellangstand auf. Die Sauberkeit im Stall bezeichnete ich 8 mal als schlecht, sonst als gut bis sehr gut.

Die ermittelten Meßergebnisse sind in der Tabelle III zusammengefaßt. Im Anschluß daran folgt ihre Besprechung.

Tabelle IV enthält zusammenfassend die Ergebnisse der drei Gruppen, ausgedrückt in Prozenten.

Tabelle III Ställe über 50 Jahre.

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 96 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 55 | - | 5,6 | 1/23 | 303,4 | 13 | 23,3 | 5.1. | 90 | 0 | A97<br>B97 | 12<br>11 | 8,09<br>8,68 | 0,107<br>0,102 | 0,17 | 0,21 | 6,3 | W<br>S | g | g |
| 4 | 53 | NS | ESchl | Ste | SchZG | 50 | Dunst-kamin | 5,12 | 1/36 | 435,1 | 20 | 21,7 | 5.1. | 90 | +1 | A90<br>B95<br>C92 | 10,5<br>10,0<br>10,0 | 9,02<br>8,34<br>8,83 | 0,133<br>0,182<br>0,113 | 0,12 | 0,20 | 12 | W<br>O | g | g |
| 5 | 70 | NS | Nfl | Ste | SchZG | 50 | WL | 4,8 | 1/23 | 240,8 | 10,5 | 22,9 | 5.1. | 90 | +5 | A84<br>B86 | 10<br>11 | 4,91<br>7,60 | 0,065<br>0,069 | 0,25 | 0,25 | 13,8 | W | g | g |
| 7 | 53 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 6WL | 3,3 | 1/28 | 211,1 | 12 | 17,6 | 5.1. | 90 | +4 | A85<br>B80<br>C82 | 13<br>10<br>9 | 8,65<br>8,85<br>8,76 | 0,177<br>0,113<br>0,089 | 0,40 | 0,40 | 7,8 | W | g | g |
| 9 | 55 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | 1WL | 7,3 | 1/16 | 265,0 | 16,8 | 15,8 | 31.1. | 90 | +5 | A92<br>B92<br>C92 | 11<br>12<br>12 | 8,37<br>8,54<br>8,47 | 0,097<br>0,135<br>0,130 | 0,22 | 0,21 | 12 | W<br>O | g | sg |
| 14 | 99 | NS | Nfl | Tpl | Böhm. Gewölbe | 60 | FL | 4,9 | 1/19 | 210,5 | 11,3 | 18,6 | 31.1. | 90 | +5 | A97<br>B98<br>C96 | 11<br>11,5<br>11 | 8,34<br>7,82<br>8,30 | 0,103<br>0,078<br>0,100 | 0,18 | 0,23 | 11,8 | W<br>O | s | g |
| 16 | 57 | NS | Nfl | Tpl | FeDe- | 50 | WL | 2,2 | 1/30 | 149,3 | 6,8 | 22,2 | 10.1. | 87 | -2 | A98<br>B98<br>C96 | 11,5<br>12,5<br>11,5 | 7,07<br>7,05<br>7,18 | 0,046<br>0,053<br>- | 0,28 | 0,40 | 13,6 | W | g | g |
| 19 | 70 | NS | Nfl | Holz | SchZG | 50 | 5WL | 3,3 | 1/30 | 224,4 | 16,5 | 13,5 | 10.1. | 85 | +4 | A90<br>B90<br>C98 | 13<br>13<br>7,44 | 7,41<br>7,41<br>0,086 | 0,084<br>0,084 | 0,22 | 0,20 | 23,5 | W<br>O | g | g |
| 20 | 55 | NS | Nfl | Holz | SchZG | 45 | 3WL | 4,4 | 1/31 | 312,1 | 14,2 | 21,9 | 10.1. | 85 | +3 | A95<br>B95<br>C92 | 13<br>13<br>12,5 | 7,41<br>7,45<br>7,73 | 0,084<br>0,087<br>0,096 | 0,23 | 0,31 | 24,8 | W<br>OS | g | g |
| 21 | 98 | WO | ESchl | Tpl | Böhm. Gewölbe | 50 | 3WL | 3,9 | 1/36 | 316,8 | 16,2 | 19,5 | 10.1. | 85 | +4 | A88<br>B88<br>C90 | 12,5<br>12<br>11 | 9,16<br>9,16<br>10,09 | 0,198<br>0,187<br>0,231 | 0,28 | 0,31 | 18,1 | S<br>O | g | g |
| 31 | 55 | WO | Nfl | Holz | SchZG | 50 | K<br>FL | 3,6 | 1/31 | 246,4 | 10,2 | 24,1 | 31.1. | 90 | +5 | A97<br>B95<br>C95 | 14<br>14<br>14 | 6,78<br>7,23<br>7,19 | 0,063<br>0,094<br>0,091 | 0,32 | 0,38 | 15,6 | S<br>O | sg | g |
| 33 | 70 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 40 | 5WL<br>Wand-schacht | 5,0 | 1/25 | 289,8 | 13,0 | 22,2 | 31.1. | 95 | +6 | A85<br>B85<br>C85 | 13<br>12,5<br>12,5 | 7,72<br>7,69<br>7,86 | 0,102<br>0,094<br>0,100 | 0,28 | 0,30 | 10,1 | W<br>O | g | sg |
| 39 | 130 | NS | Nfl | Holz | SchZG | 50 | FL | 1,8 | 1/31 | 119,9 | 7,5 | 15,9 | 9.1. | 85 | -2 | A95<br>B95<br>C97 | 11,5<br>11<br>12 | 7,94<br>7,94<br>7,44 | 0,091<br>0,075<br>0,069 | 0,33 | 0,39 | 34,3 | W | g | g |
| 43 | 52 | NS | Schla | Tpl | SchZG | 50 | FL | 5,4 | 1/20 | 254,2 | 16,5 | 15,5 | 4.2. | 90 | +3 | A80<br>B80<br>C80 | 12<br>11<br>11 | 8,01<br>8,17<br>8,59 | 0,101<br>0,091<br>0,118 | 0,25 | 0,30 | 15,3 | W<br>O | g | g |
| 47 | 52 | WO | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | 3WL | 4,6 | 1/26 | 271,5 | 15,5 | 17,5 | 7.1. | 93 | +3 | A90<br>B92<br>B88 | 14<br>13<br>12 | 7,55<br>7,55<br>7,54 | 0,112<br>0,095<br>0,071 | 0,39 | 0,34 | 3,1 | N<br>S | g | g |
| 49 | 59 | WO | Nfl | Ste | SchZG | 48 | 8WL | 3,0 | 1/52 | 336,2 | 16,2 | 20,7 | 11.1. | 90 | -1 | A93<br>B93<br>C90 | 10<br>9<br>9,5 | 8,20<br>8,57<br>8,34 | 0,075<br>0,076<br>0,061 | 0,21 | 0,20 | 15,1 | S | g | sg |

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | 70 | NS | Nfl SSt | Holz | SchZG | 50 | FL | 2,1 | 1/28 | 140,2 | 8,6 | 16,3 | 10.1. | 90 | +4 | A88<br>B87 | 13<br>13 | 7,80<br>8,03 | 0,108<br>0,101 | 0,29 | 0,30 | 9 | S<br>O | g | g |
| 56 | 101 | NS | BSt | Tpl | SchZG | 60 | FL | 2,5 | 1/15 | 75,2 | 4 | 18,8 | 11.1. | 89 | -2 | A98<br>B100<br>C100 | 11<br>12,5<br>12 | 7,72<br>7,38<br>7,83 | 0,068<br>0,092<br>0,090 | 0,30 | 0,32 | 8,5 | W<br>NO | g | g |
| 58 | 100 | NS | BSt | Holz | SchZG | 50 | 10WL | 5,6 | 1/31 | 389,2 | 18,5 | 21,0 | 1.2. | 92 | +4 | A85<br>B85 | 14<br>13,5 | 7,97<br>8,17 | 0,149<br>0,151 | 0,40 | 0,45 | 10 | W | g | g |
| 59 | 58 | NS | BSt | Tpl | SchZG | 52 | FL | 3,5 | 1/23 | 177,2 | 9,5 | 18,6 | 1.2. | 92 | +4 | A90<br>B90<br>C95 | 13<br>12<br>13 | 8,17<br>8,25<br>8,51 | 0,137<br>0,118<br>0,164 | 0,30 | 0,25 | 7,5 | W | s | g |
| 62 | 72 | NS | BSt | Sta | SchZG | 42 | 5WL | 2,4 | 1/35 | 191,7 | 8,3 | 23 | 10.1. | 85 | +5 | A98<br>B99<br>C96 | 12,5<br>14<br>13 | 8,05<br>7,29<br>7,31 | 0,112<br>0,095<br>0,078 | 0,28 | 0,33 | 25,5 | W<br>S | g | g |
| 65 | 58 | NS | BSt | Tpl | SchZG | 47 | 2WL | 4,1 | 1/34 | 320,6 | 14,5 | 22,1 | 7.1. | 93 | +3 | A92<br>B80<br>C80 | 11<br>12<br>12 | 8,40<br>8,40<br>8,47 | 0,106<br>0,129<br>0,133 | 0,14 | 0,13 | 3,8 | W | g | g |
| 66 | 54 | NS | Schl | Be-ton | SchZG | 44 | 2WL | 4,8 | 1/29 | 329 | 15,5 | 21,2 | 7.7. | 95 | +2 | A83<br>C85 | 9<br>10 | 8,37<br>8,37 | 0,068<br>0,082 | 0,11 | 0,13 | 3,2 | W | s | g |
| 69 | 55 | NS | BSt | Tpl | SchZG | 45 | 5WL | 2,5 | 1/18 | 99,6 | 5,1 | 19,5 | 9.1. | 90 | +5 | A98<br>C98 | 12,5<br>13 | 7,41<br>8,14 | 0,080<br>0,135 | 0,39 | 0,41 | 12,5 | W<br>O | g | g |
| 71 | 94 | NS | SSt | Tpl | SchZG | 50 | Decken-vent. | 2,0 | 1/16 | 70,9 | 5,1 | 13,9 | 9.1. | 90 | +5 | A99<br>C92 | 15<br>15 | 6,49<br>6,50 | 0,065<br>0,060 | 0,42 | 0,42 | 4 | W<br>SO | g | g |
| 73 | 70 | NS | SSt | Tpl | SchZG | 53 | 3WL | 2,7 | 1/17 | 108,2 | 5,1 | 21,2 | 2.2. | 90 | +2 | A90<br>B90<br>C90 | 12<br>13<br>12 | 7,52<br>6,91<br>8,09 | 0,071<br>0,060<br>0,101 | 0,50 | 0,55 | 13,3 | O | s | g |
| 74 | 61 | WO | BSt | Holz | SchZG | 55 | 5WL | 4,3 | 1/31 | 319,6 | 17,5 | 18,2 | 2.2. | 90 | +2 | A72<br>B75<br>C75 | 11<br>1o,5<br>9 | 7,69<br>8,56<br>9,16 | 0,065<br>0,102<br>0,104 | 0,15 | 0,20 | 17,8 | W | g | sg |
| 77 | 96 | NS | BSt | Holz | SchZG | 45 | 7WL | 3,9 | 1/23 | 196,3 | 8,5 | 23,0 | 2.2. | 90 | +3 | A90<br>B90<br>C90 | 12<br>11<br>11 | 8,25<br>8,52<br>8,96 | 0,118<br>0,112<br>0,144 | 0,43 | 0,50 | 8,5 | W | s | g |
| 78 | 80 | NS | Bst | Tpl | Holz | 45 | FL | 6,9 | 1/18 | 287,5 | 9,1 | 31,5 | 10.1. | 90 | +4 | A95<br>B98<br>C98 | 13,5<br>14<br>14 | 7,27<br>7,10<br>7,12 | 0,078<br>0,084<br>0,086 | 0,42 | 0,42 | 25,3 | W<br>ON | g | g |
| 83 | 70 | NS | BSt | Holz | SchZG | 45 | FL | 2,2 | 1/22 | 91,90 | 6,4 | 13,9 | 1.2. | 95 | +3 | A85<br>C85 | 10<br>10 | 9,58<br>9,73 | 0,165<br>0,182 | 0,41 | 0,48 | 7,3 | N<br>W | s | g |
| 84 | 52 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 55 | FL | 2,4 | 1/35 | 193,8 | 9,6 | 20,9 | 1.2. | 95 | +3 | A88<br>B90<br>C90 | 13<br>11<br>11 | 8,39<br>8,51<br>8,68 | 0,155<br>0,112<br>0,123 | 0,23 | 0,35 | 4,5 | N<br>O | S | g |
| 85 | 70 | NS | N fl | Holz | SchZG | 48 | FL | 3,8 | 1/35 | 301,2 | 15,7 | 19,1 | 1.2. | 95 | +3 | A95<br>B95<br>C95 | 14<br>15<br>15 | 7,58<br>7,31<br>8,01 | 0,118<br>0,163<br>0,185 | 0,40 | 0,45 | 3,5 | W<br>O | s | g |
| 86 | 53 | WO | Schla | Eter-nit | SchZG | 48 | FL | 3,9 | 1/26 | 234,0 | 11 | 21,2 | 2.2. | 90 | +3 | A70<br>B70<br>C70 | 9<br>8<br>8 | 10,42<br>10,50<br>9,74 | 0,209<br>0,177<br>0,127 | 0,30 | 0,38 | 7,8 | S<br>NW | sg | g |
| 88 | 70 | WO | Nfl | Tpl | SchZG | 45 | 7WL | 4,2 | 1/31 | 307,0 | 13 | 23,6 | 4.2. | 90 | 0 | A85<br>B90<br>C87 | 12<br>11<br>10 | 8,68<br>7,65<br>8,13 | 0,151<br>0,062<br>0,072 | 0,20 | 0,28 | 7,1 | S<br>NO | g | g |

| 1 | 2 | 3 | 4a | 4b | 4c | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19a | 19b | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 65 | NS | Nfl | Tpl | SchZG | 50 | 3WL | 1,9 | 1/14 | 58,8 | 3,1 | 18,9 | 4.2. | 100 | +1 | A81<br>C81 | 10<br>10 | 9,92<br>10,37 | 0,192<br>0,229 | 0,12 | 0,10 | 11,5 | W<br>N | g | g |
| 91 | 85 | WO | BSt | Holz | SchZG | 45 | 3WL | 6,3 | 1/22 | 308,0 | 14,2 | 21,6 | 4.2. | 100 | +2 | A97<br>B95<br>C90 | 10,5<br>12<br>12 | 9,16<br>8,44<br>9,17 | 0,145<br>0,132<br>0,189 | 0,23 | 0,30 | 14,8 | S<br>O | g | g |
| 92 | 59 | WO | Schla | Holz | SchZG | 50 | 4WL | 4,5 | 1/27 | 261,8 | 9,4 | 27,8 | 4.2. | 100 | +2 | A90<br>B85<br>C85 | 12<br>13<br>12 | 8,40<br>7,38<br>8,37 | 0,128<br>0,112<br>0,127 | 0,30 | 0,38 | 39,7 | S<br>O | sg | g |
| 94 | 100 | NS | BSt | Holz | Böhm. Gewö. | 58 | 4WL | 4,3 | 1/31 | 293,4 | 17,5 | 16,7 | 4.2. | 95 | +2 | A97<br>B95<br>C95 | 15<br>16<br>13 | 8,51<br>7,19<br>8,34 | 0,238<br>0,143<br>0,151 | 0,40 | 0,48 | 15,6 | W<br>S | g | g |
| 95 | 66 | NS | BSt | Tpl | SchZG | 60 | FL | 2,2 | 1/26 | 127,6 | 7,0 | 17,4 | 4.2. | 95 | +2 | A89<br>C82 | 14<br>13 | 7,51<br>8,00 | 0,112<br>0,123 | 0,35 | 0,30 | 22,8 | S | g | g |
| 99 | 60 | NS | Schla | Tpl | SchZG | 55 | FL | 3,9 | 1/27 | 232,2 | 14 | 16,5 | 4.2. | 90 | +3 | A95<br>B95<br>C95 | 13<br>12<br>12 | 7,51<br>7,86<br>7,72 | 0,090<br>0,092<br>0,083 | 0,30 | 0,40 | 12 | W<br>O | g | g |
| 100 | 85 | NS | Bst | Tpl | SchZG | 55 | FL | 2,1 | 1/38 | 161,0 | 12 | 13,4 | 4.2. | 90 | +3 | A100<br>C100 | 12<br>12 | 7,58<br>8,17 | 0,075<br>0,110 | 0,40 | 0,65 | 12,8 | W | g | g |

Tabelle IV Zusammenfassende Tabelle über die Ergebnisse der drei Gruppen.

| | Gruppe I<br>Ställe bis 20 Jahre<br>17 Ställe = 17 % | Gruppe II<br>Ställe von 20-50Jahren<br>42 Ställe = 42 % | Gruppe III<br>Ställe über 50 Jahre<br>41 Ställe = 41 % |
|---|---|---|---|
| **Luftraum/GVE/cbm** | | | |
| 10-15 | ------ | 1 = 2,4 % | 7 = 17,1 % |
| 15-20 | 3 = 17,6 % | 20 =47,6 % | 16 = 39,0 % |
| 20-30 | 9 = 52,9 % | 20 =47,6 % | 17 = 41,5 % |
| über 30 | 5 = 29,5 % | 1 = 2,4 % | 1 = 2,4 % |
| **Stalltemperatur °C** | | | |
| unter 10 | 3 = 17,6 % | 8 = 19,0 % | 6 = 14,7 % |
| 10-15 | 13 = 76,5 % | 33 = 78,6 % | 35 = 85,3 % |
| über 15 | 1 = 5,9 % | 1 = 2,4 % | ----- |
| **Stallfeuchte %** | | | |
| 70-80 | ------ | 2 = 4,7 % | 2 = 4,8 % |
| 80-90 | 3 = 17,6 % | 17 = 40,5 % | 19 = 46,4 % |
| über 90 | 14 = 82,4 % | 23 = 54,8 % | 20 = 48,8 % |
| **$CO_2$-Gehalt %** | | | |
| unter 0,20 | 5 = 29,5 % | 12 = 28,5 % | 8 = 19,4 % |
| 0,20-0,40 | 8 = 47,0 % | 24 = 57,2 % | 29 = 58,7 % |
| über 0,4 | 4 = 23,5 % | 6 = 14,3 % | 9 = 21,9 % |
| **Luftbewegung m/sec.** | | | |
| unter 0,10 | 9 = 52,9 % | 19 = 45,2 % | 20 = 48,8 % |
| 0,10-0,16 | 8 = 47,1 % | 17 = 40,5 % | 15 = 36,6 % |
| über 0,16 | ----- | 6 = 14,3 % | 6 = 14,6 % |
| **Belichtung in Lux** | | | |
| unter 20 | 10 = 58,8 % | 31 = 73,7 % | 34 = 83,0 % |
| über 20 | 7 = 41,2 % | 11 = 26,3 % | 7 = 17,0 % |
| **Verhältnis Fenster-:Bodenfläche in qm** | | | |
| bis 1/15 | 2 = 11,7 % | 2 = 4,7 % | 2 = 4,8 % |
| 1/15-1/20 | 6 = 35,3 % | 5 = 11,9 % | 7 = 17,0 % |
| 1/20-1/30 | 8 = 47,2 % | 22 = 52,5 % | 17 = 41,6 % |
| über 1/30 | 1 = 5,8 % | 13 = 30,9 % | 15 = 36,6 % |
| **Belichtungseinrichtung** | | | |
| nur Fenster | 1 = 5,8 % | ----- | 1 = 2,4 % |
| Kippfenster, Wandloch, Futterloch | 13 = 76,6 % | 38 = 90,5 % | 37 = 90,3 % |
| Wandschacht, Dunstkamin und sonstige | 3 = 17,6 % | 4 = 9,5 % | 3 = 7,3 % |

## IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

### a) Luftraum

Die Ansichten über den notwendigen Luftraum pro GVE sind unterschiedlich. Dahmen (6) und Klimmer (23) verlangen 20 - 30 cbm, Rolle (45) 20 cbm. Die Mehrzahl meiner untersuchten Ställe lag in diesen Grenzen. Etwa die Hälfte aller Ställe der drei Gruppen hatten einen Luftraum von 20 - 30 cbm pro GVE und zwar 52, 9 % der Gruppe I, 47, 6 % der Gruppe II und 41, 5 % der Gruppe III. In Gruppe I stand den Tieren sogar etwa in 1/3 der Ställe (29, 5 %) über 30 cbm Luftraum zur Verfügung. Von einer Überbelegung kann man bei 17, 1 % der Ställe in der Gruppe III, also in den über 50 Jahre alten Ställen, sprechen; hier stand einer GVE nur ein Luftraum unter 15 cbm zur Verfügung. Die Ergebnisse lassen einen gewissen Unterschied zugunsten der neugebauten Stallungen der Gruppe I erkennen.

### b) Temperatur

Wie bereits im Schrifttum besprochen, wird die Höhe der optimalen Stalltemperatur von den einzelnen Autoren unterschiedlich angegeben. Die eine lange Zeit hindurch vorherrschende Auffassung, der Stall sei unbedingt warm zu halten, wird jedoch einmütig abgelehnt, da niedere Stalltemperaturen die Leistung der Tiere weit weniger beeinträchtigen als zu hohe. In Gruppe I, in den neuen Ställen, ermittelte ich in 17, 6 % Temperaturen unter 10°C. Der überwiegende Teil dieser Gruppe, nämlich 76, 5 % wies Temperaturen zwischen 10 - 15°C auf. Die restlichen 5, 9 % hatten Temperaturen über 15°C. In Gruppe II wie in Gruppe III wurden keine nennenswerten Abweichungen von diesen Werten beobachtet. Die Ergebnisse sind also als sehr gut zu bezeichnen. Interessant ist die Feststellung, daß in den älteren Ställen (Gruppe II und III) sogar etwas günstigere Werte ermittelt wurden als in den neuerbauten. Daraus ist zu ersehen, daß die vorteilhafte Bauweise eines Stalles allein nicht ausreichend ist für eine günstige Stalltemperatur, sondern daß vor allem die Einstellung des Landwirts den Ausschlag gibt. Er kann durch entsprechende Maßnahmen, vor allem durch gute Lüftung, die Stalltemperatur regulieren. Im allgemeinen sind die Viehhalter im Untersuchungsgebiet nicht auf hohe Temperaturen im Stall bedacht, da die Tiere durch den Dauerweidebetrieb abgehärtet sind.

c) Luftfeuchtigkeit

Wie ich bereits an anderer Stelle ausführlich besprochen habe, wirken sich zu hohe Feuchtigkeitswerte sowohl auf die Tiere wie das Baumaterial sehr schädigend aus. Es werden häufig Werte gefordert, die in der Praxis selten anzutreffen sind. So fordert Ober (40) in den Wintermonaten 80 %, Zorn (64) 50 - 70 %, Roots-Haupt-Hartwigk (47) 75 - 80 % relativer Luftfeuchte.

Die von mir ermittelten Werte über die relative Feuchtigkeit sind durchwegs als zu hoch zu bezeichnen. In Gruppe I, also in den neuen Ställen, konnte ich in keinem Fall einen Feuchtigkeitswert unter 80 % messen. Diese Gruppe ist es auch, die in 82,4 % der Ställe relative Feuchtigkeitswerte von über 90 % aufweist. Ebenso unbefriedigend sind die gefundenen Werte in den beiden anderen Gruppen. In Gruppe II ermittelte ich in 54,8 % gegenüber 48,8 % der Gruppe III einen Feuchtigkeitswert von über 90 %. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Ergebnissen der drei Gruppen läßt sich also nicht feststellen. Die Hauptursache dieser hohen Feuchtigkeitswerte ist in der ungenügenden Belüftung der Ställe zu suchen. Als großen Übelstand möchte ich auch die Tag und Nacht in offene Wasserbehälter laufenden Brunnen im Stall bezeichnen, die von Quellen gespeist werden. Eine nicht zu übersehende Rolle spielt im Winter die Silofütterung. Die täglich benötigte Futterration wird im Stall gelagert, wodurch viel Feuchtigkeit in die Luft gelangt. Bezüglich des Einflusses des Baumaterials auf die Luftfeuchte machte ich die Feststellung, daß sich Sandsteinwände besonders ungünstig auswirken. Von den Viehhaltern konnte ich immer wieder hören, daß sich an den Sandsteinwänden kein Putz halte. In mehreren Ställen beobachtete ich, daß die eine Hälfte der Stalldecke trocken war, die andere aber Tautropfen aufwies. Diese Erscheinung ließ sich dadurch erklären, daß sich über dem feuchten Teil der Decke ein leerer Heuboden befand, und außerdem durch die Türe, die zur Einfahrt in diesen Heuboden benützt wird, kalte Luft einströmte und die Decke unterkühlte. Dieser Umstand läßt auf eine ungenügende Wärmedämmung der Stalldecke schließen. Die in den untersuchten Ställen gemessenen hohen Feuchtigkeitswerte werden wahrscheinlich teilweise auch auf die herrschende hohe Außenfeuchtigkeit an den Untersuchungstagen zurückzuführen sein.

### d) Kohlendioxyd

Die von mir gestgestellten $CO_2$-Werte erscheinen im Vergleich zu denen anderer Autoren sehr niedrig. Seltmann (46), Kienle (22) und andere ermittelten in gleichwertigen Ställen höhere Ergebnisse. Ich ermittelte in etwa der Hälfte der Ställe aller drei Gruppen einen $CO_2$-Gehalt von 0,20 - 0,40 % und zwar in 47,0 % der Fälle bei Gruppe I, in 57,2 % bei Gruppe II und in 58,7 % bei Gruppe III. In den zwei ersten Gruppen wurde sogar in etwa 1/3 der Ställe ein $CO_2$-Gehalt unter 0,20 % ermittelt, wie ihn Rolle (45) verlangt und zwar in 29,5 % bei Gruppe I und in 28,5 % bei Gruppe II. Die Ergebnisse der drei Gruppen weichen nicht wesentlich voneinander ab. Ich möchte die gefundenen niederen Werte von der im Untersuchungsgebiet üblichen Bauart abhängig machen. Vom Stall führt mindestens jeweils eine Türe in die zwischen Wohnhaus und Stall liegende luftige Tenne. Diese Türe wird auch im Winter fast dauernd offen gehalten, wodurch ein Luftaustausch erfolgt. Nur bei ganz strenger Kälte wird sie geschlossen. Dieser Umstand trägt meines Erachtens zu den niederen $CO_2$-Werten bei. Damit möchte ich aber nicht sagen, daß diese Einbeziehung des Tennenbereiches die zusätzliche Anbringung von Entlüftungsanlagen erübrigt, oder als ideal zu bezeichnen ist. Ein weiterer Umstand, der die niedrigen $CO_2$-Werte erklärt, war, daß die untersuchten Ställe nicht überbelegt waren.

In 63 von 100 Ställen wurde in 1 m Höhe ein niederer Gehalt von $CO_2$ gemessen als 20 cm unter der Decke. Diese Feststellung läßt sich durch die Temperaturunterschiede zwischen der oberen und unteren Luftschicht erklären. Da die warme und wasserdampfgesättigte Ausatmungsluft der Rinder nach oben steigt, hat die obere Luftschicht eine höhere Temperatur und eine höhere absolute Luftfeuchte. Beim Aufwärtsteigen reißt die Luft auch das Kohlendioxyd mit sich nach oben. In 15 Ställen war der $CO_2$-Gehalt an beiden Meßpunkten gleich hoch.

### e) Belichtung

Eine gute Belichtung im Stall ist wegen ihrer anregenden Wirkung auf die Stoffwechselvorgänge unentbehrlich. Die Ställe des Untersuchungsgebietes erfüllen in dieser Hinsicht nicht die Anforderungen wie sie Dahmen (6) und Klimmer (23) an gut belichtete Ställe (20 - 30 Lux) stellen. Nicht ein-

mal bei der Hälfte der in den letzten 20 Jahren erbauten Ställe (41,2 %) konnte ich Werte über 20 Lux messen. Noch schlechter war das Ergebnis in den Gruppen II und III, in welchen ich nur in 26,3 % bzw. 17,0 % Werte über 20 Lux ermitteln konnte. Die gefundenen Ergebnisse sind also keineswegs zufriedenstellend. Zurückzuführen sind sie vor allem auf das ungünstige Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche der Ställe, aber auch teilweise auf die trübe Witterung, die an den meisten Meßtagen herrschte. Denn die Helligkeit im Stall ist weitgehend von der Außenhelligkeit abhängig. Diese war, der jeweiligen Witterung entsprechend, an jedem Meßtag unterschiedlich. Der enorme Einfluß einer reflektierenden Schneedecke auf das Meßergebnis zeigte sich z.B. am letzten Meßtag, an dem in den Mittagsstunden strahlender Sonnenschein herrschte. Im Stall Nr. 96 konnte ich dabei in Fensterrichtung einen Wert von 340 Lux ermitteln, bei einem Verhältnis der Fensterfläche zur Bodenfläche von 1/15. Die Meßergebnisse sind daher, der Witterung entsprechend, im gleichen Stall verschieden. Ein brauchbarer Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren läßt sich deshalb nur unter Hinzuziehung der Werte über die jeweils herrschende Außenhelligkeit anstellen.

Was das Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche betrifft, so ergaben sich bei den in den letzten 20 Jahren erbauten Stallungen immerhin noch die günstigsten Werte. In dieser Gruppe erfüllen fast die Hälfte (47,0%) der Ställe die Forderungen von Ober (39), Rolle (45) und Dahmen (6) von 1/20. Gegenüber den beiden anderen Gruppen ist ein deutlicher Unterschied erkennbar. In Gruppe II entspricht nur etwa 1/5 der Ställe den gestellten Anforderungen. Gruppe III zeigt die schlechtesten Ergebnisse. Hier wiesen 36,6 % der Ställe, also über 1/3, ein Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche von 1/30 auf. In diesen Ställen vermindert noch die ungünstige Anordnung der Fenster zusätzlich den Lichtwert. Ich glaube, daß gerade bei der Belichtung der Ställe noch am ehesten von den Viehhaltern eine Verbesserung der herrschenden Verhältnisse zu erwarten ist. Bei vorgenommenen Umbauten werden nämlich nahezu überall größere Fenster eingebaut.

### f) Abkühlungsgröße und Luftbewegung

Die von Fuhrimann (12) geforderten Werte für die Luftbewegung von 0,1 m/sec. - 0,16 m/sec. konnte ich nur in knapp der Hälfte (47,1 %) der in den letzten 20 Jahren erbauten Ställe ermitteln. Entsprechend den ungenügenden Lüftungseinrichtungen dieser wie auch der beiden anderen Gruppen wiesen 52,9 % der Ställe der Gruppe I eine Luftbewegung unter

0,1 m/sec. auf. Bei den beiden Gruppen der älteren Ställe ergibt sich das ziemlich gleiche Bild. Werte unter 0,1 m/sec. ermittelte ich in Gruppe II in 45,2 % und in Gruppe III in 48,8 % der Fälle.

### g) Belüftung

Dieser Faktor ist die Kernfrage der Stallklimatisierung, bestimmt er doch Feuchtigkeit, Temperatur und $CO_2$-Gehalt der Stalluft. Im Schrifttum wurde darüber ausführlich berichtet.

Die von mir erzielten Ergebnisse zeigen aber, daß die Bedeutung einer gut funktionierenden Belüftung im Untersuchungsgebiet noch nicht erkannt wurde. So hatten nur knapp 1/5 (17,6 %) der neuerbauten Ställe eine besondere Lüftungseinrichtung, wie Dunstkamine oder Wandschächte. 3/4 der Ställe von Gruppe I (76,6 %) wiesen als Lüftungseinrichtung nur Kippfenster, Wand- und Futterlöcher auf. Auch in den Stallungen der Gruppe II behalfen sich 90,5 % mit Kippfenstern, Wand- und Futterlöchern als einzige Lüftungsvorrichtung. 9,5 % dieser Gruppe hatten Dunstkamine oder Wandschächte. In der Gruppe III ergab sich ein noch schlechteres Ergebnis. 2,4 % der Ställe hatten nur einfache Fenster, 90,3 % bereits Kippfenster, Wand- oder Futterlöcher und die restlichen 7,3 % eine besondere Lüftungsvorrichtung wie Dunstkamin oder Wandschacht. Diese Ergebnisse sind sehr unbefriedigend. Mit Kippfenstern allein läßt sich das Problem der Stallbelüftung vor allem im Winter nicht lösen. Ebenso ungenügend sind Wandlöcher, die außerdem noch größtenteils verstopft waren. Meiner Meinung nach wäre durch den Einbau von Ventilatoren eine wesentliche Verbesserung der Belüftung zu erreichen. Die Kosten für den Betrieb des Ventilators würden sicher durch die bei besserem Klima gesteigerten Leistungen gedeckt werden.

Aus den Gesprächen, die ich mit den Tierhaltern führte, konnte ich entnehmen, daß sich die meisten über die Bedeutung dieses Faktors nicht im klaren sind. Deshalb ist es eine der wichtigsten Aufgaben des Tierarztes, die Landwirte über das Problem der Stallüftung, von dem zum großen Teil die Beschaffenheit des Stallklimas abhängt, aufzuklären. Denn nur bei guten stallklimatischen Verhältnissen tragen die Bemühungen der Landwirte Früchte, durch Zuchtauswahl und entsprechende Fütterung eine optimale Leistung von den Tieren ihres Bestandes zu erreichen.

## V. ZUSAMMENFASSUNG

1. In 100 Rinderstallungen des Landkreises Laufen/Obb. wurden im Winter stallhygienische Messungen durchgeführt.

2. Nach dem Alter der Ställe wurden drei Gruppen gebildet:

| | | |
|---|---|---|
| Gruppe I | Ställe bis 20 Jahre | = 17 Ställe |
| Gruppe II | Ställe von 20 - 50 Jahre | = 42 Ställe |
| Gruppe III | Ställe über 50 Jahre | = 41 Ställe |

3. Der geforderte Luftraum von 20 - 30 cbm pro GVE wurde in 52, 9 % der Gruppe I, 47, 6 % der Gruppe II und 41, 5 % der Gruppe III festgestellt.

4. Die Stalltemperatur war in allen drei Gruppen zufriedenstellend. So fand ich in 76, 5 % der Ställe der Gruppe I, in 78, 6 % bei der Gruppe II und in 85, 3 % bei der Gruppe III Werte zwischen 10 und 15°C.

5. Die Meßergebnisse der relativen Feuchtigkeit der Stalluft waren sehr unbefriedigend. So fand ich in keinem Stall der Gruppe I Werte unter 80 %. 82, 4 % dieser Gruppe zeigten Werte über 90 %. Die Ergebnisse der beiden anderen Gruppen waren nur in geringem Umfang günstiger. Werte zwischen 80 und 90 % relativer Feuchte hatten in Gruppe II 40, 5 % und in Gruppe III 46, 4 % der Ställe, über 90 % konnten in 54, 8 % bei Gruppe II und in 48, 8 % bei Gruppe III gemessen werden.

6. Der $CO_2$-Gehalt der Stalluft kann im allgemeinen als befriedigend bezeichnet werden. So zeigten 76, 5 % der Ställe der Gruppe I, 85, 7 % der Gruppe II und 78, 1 % der Gruppe III Werte unter 0, 40 %.

7. Die Belichtungsergebnisse entsprechen nicht den üblichen Anforderungen an gut belichtete Ställe. So wiesen 58, 8 % der Ställe der Gruppe I Werte unter 20 Lux auf. In der Gruppe II und III waren es 73, 7 % bzw. 83, 0 %, die die gleichen niedrigen Belichtungswerte zeigten.

8. Das Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche war ebenfalls nicht zufriedenstellend. Nur in 47 % konnte in den Ställen der Gruppe I ein FF : BF-Verhältnis bis zu 1/20 festgestellt werden. In den Gruppen II und III waren es dagegen nur 16, 6 % bzw. 21, 8 %. In den übrigen Ställen der drei Gruppen wurden Werte über 1/20 festgestellt.

9. Die Luftbewegung in den untersuchten Ställen wurde als zu gering befunden. So wiesen die Ställe der Gruppe I in 52, 9 %, die der Gruppe II in 45, 2 % und die Ställe der Gruppe III in 48, 8 % Werte unter 0, 1 m/sec. auf. Nur bei 47, 1 % der Ställe neueren Datums (Gruppe I) war eine Luftbewegung zwischen 0, 1 - 0, 16 m/sec. festzustellen. In älteren Ställen (Gruppe II) konnte ich diese Werte nur bei 40, 5 % und in Gruppe III sogar nur bei 36, 6 % messen.

10. Von den untersuchten Ställen besitzen nur 17, 6 % der neuerbauten Ställe (bis 20 Jahre) eine besondere Lüftungseinrichtung. Nur durch Kippfenster, Wand- oder Futterlöcher werden 76, 6 % der Ställe der Gruppe I, 90, 5 % der Gruppe II und 90, 3 % der Gruppe III belüftet. Eine besondere Lüftungseinrichtung (Dunstkamin oder Wandschacht) besitzen 9, 5 % der Ställe in Gruppe II und 7, 3 % der Ställe in Gruppe III. Diese Ergebnisse sind sehr unbefriedigend.

## VI. LITERATURVERZEICHNIS


1. Brody, S.: Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Station 423 (1948)

2. Buxtorf, A.: Einführung des Katathermometers in die stallhygienische Meßtechnik. Vet. med. Diss. Zürich 1942

3. Comberg, G.: Diskussion Tagungsberichte Nr. 23 (1960): 126 Deut. Akad. d. Landwirtschaftswiss. Berlin

4. Comberg, G. und Koallick, M.: Die Haltung von Milchkühen im Offenstall mit Dauerauslauf im Vergleich zur Aufstallung im Massiv-Anbindestall mit täglichem stundenweisen Auslauf. Tierzucht 11, (1957): 109

5. Cords-Parchim, W.: Der gesunde Stall. Neumann Verlag, Berlin 1950

6. Dahmen, H.: Lehrbuch der Veterinärhygiene. Verl. P. Parey, Berlin 1941

7. Deutsch, E.: Untersuchungen über den Einfluß der Bauart der Stallungen und der Führung des Stallbetriebes auf die Beschaffenheit der Stall-Luft. Vet. med. Diss. Zürich 1951

8. Dorno, E.: Über physikalische Grundlagen der medizinischen Klimatologie. Zs. Phys. Therapie 36, (1929): 158

9. Ehrenberg, P. und Briese, H.: Zur Frage der Kälteeinwirkung auf den Milchertrag. Zchtskde. 7, (1932): 214

10. Fitko, R.: Der Einfluß der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Luft auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere. Landw. Zentralbl. 3, (1957): 827

11. Förster, A.E.: Vorzüge und Nachteile der offenen Laufställe.
Mittlg.d.DLG 69, (1954): 1122

12. Fuhrimann, H.: Beitrag zur Bestimmung des Stallklimas (Versuche mit dem Katathermometer in Rd.-Stallungen).
Vet.med.Diss. Zürich 1944

13. Goodal, A.M. und Yang, S.H.: Zit. nach Tangl (60)

14. Herz, H.: Was wissen wir vom Laufstall.
Mittlg.d.DLG 72, (1957): 960

15. Hill, L.: The Katathermometer in Studies of Body Heat and Efficiency.
H.M.Stationary Office London, Spec.Rep. Sr.No. 73 (1923)

16. Holmquist, N.: Ergebnisse der Baustoffprüfungen in Schweden unter besonderer Berücksichtigung des Stallklimas.
Tagunsberichte Nr. 23 (1960): 129
Deutsche Akad.d.Landwirtschaftswiss. Berlin.

17. Iwanow, P.,Kostow,St. and Sachariew, Sach.: Aufzucht der Jungrinder bei Offenstallhaltung im Winter.
Landw.Zentralbl. 3, (1960): 1112

18. Kalich, J.: Aufgaben und Stand der Tierhygiene.
TU 16, (1961): 70

19. ders.: Der Einfluß einiger Umweltfaktoren auf die Winter- und Sommermast der Schweine.
Sonderdruck aus "Mitt.f.Tierhaltung" Heft 72 (1961)

20. ders.: Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neugebauten Rinderställen Süddeutschlands.
TU 16, (1961): 374

21. Kibler, H.H. und Brody, S.: Res.Bull.Mo.Exp.Station 450 (1949)

22. Kienle, W.: Stallklimatische Untersuchungen in Rinder- und Schweinestallungen des Landkreises Landau/Is.
Vet.med.Diss. München 1960

23. Klimmer, M.: Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere.
Verlag P.Parey, Berlin 1924

24. Koller, R.: Umwelt, besonders Temperatur und Licht in ihrem Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Haustiere.
Tagungsber. Nr. 23 (1960): 25
Deutsche Akad.d.Landwirtschaftswiss.
Berlin

25. Krakossewitsch, N.D.: Einfluß der Luftfeuchtigkeit in den Ställen auf die Milchleistung der Tiere.
Milchwiss. 12, (1957): 327

26. Kübitz, H.: Beitrag zum Offenstallproblem.
TU 9, (1954): 133

27. Kugler, F.: Lüftungswirkung verschieden weit in den Stall herabreichender Dunstschlote.
Zchtskde. 4, (1929): 11

28. Lehmeyer, B.: Untersuchungen über den $CO_2$- und $H_2O$-dampfgehalt der Stalluft.
Vet.med.Diss. München 1927

29. Lohner, J.: Überwinterung von Milchvieh in Offenställen.
Landw.Wbl. 148, (1958): 30

30. Mac Donald, M.A. und Bell, J.M.: Canad.J.Anim.Sci. 38, (1958): 160

31. Märker, M. und Schulze, H.: Zit. nach Kienle (22)

32. Mehler, A. und Guhl, P.: Jungviehoffenställe.
Tierzucht 9, (1955): 292

33. Müller, R. und Kurtz, L.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Stallklima und Fruchtbarkeit des Rindes.
Zs. Tierz. Zuchtbiol. 71, (1957): 146

34. Munin, F.: Zit. nach Rolle (45)

35. Münsterer, F.: Untersuchungen über Lüftungsverhältnisse in Rinder- und Schweinestallungen.
Vet. med. Diss. München 1953

36. Nisbet, A.M.: Zit. nach Tangl (60)

37. Nusshag, W.: Hygiene der Haustiere.
Hirzel-Verlag, Leipzig 1957

38. Ober, J.: Der Rindviehstall.
Verl. E. Ulmer, Stuttgart 1957

39. ders.: Stallblichtung und Stallfenster.
Bay. Landwirtschaftsverl. Mü. 1954

40. ders.: Gesundes Stallklima.
Bay. Landwirtschaftsverl. Bonn-Mü.-Wien 1957

41. Ohl, R.: Luftfeuchtigkeit, Tiergesundheit und Haltung in richtigem Zusammenhang.
Zs. f. Tierz. u. Zuchtgsbiol. 63, (1954): 329

42. Ragsdale, A.E., Brody, S., Thompson, H.J. und Worstell, D.M.: Influence of Temperature 50° to 105°F, on Milk Production an Food Consumption in Dairy Cattle.
Missouri Agric. Exp. Stat. Bull. (1948)

43. Rako, A. und Marinic, J.: Einfluß des Lichtes auf die Milchleistung bei Kühen.
Z. f. Tierz. u. Züchtungsbiol. 60, (1952): 88

44. Riebke, K.: Was wissen wir vom Laufstall?
Mitt. d. DLG 71, (1956): 1042

45. Rolle, M.: Veterinärhygiene.
Vervielfält. Manuskript München 1949

46. Seltmann, A.: Stallhygiene im Allgäu. Vet. med. Diss. München 1955

47. Roots, E., Haupt, H., und Hartwigk, H.: Veterinärhygiene. P. Parey-Verlag, Berlin 1955

48. Schneider, F.: Milchvieh im Offenstall bei 20° Kälte. Dtsch. Landw. Presse, 79, (1956): 101

49. Schneider, F. und Rosenhahn, W.: Der Freiluftstall in seiner Bewährung. Zchtskde. 26, (1954): 70

50. Scholze, F.: Bewährungsprobe für das Milchvieh in Offenställen Niedersachsens. Mitt. d. DLG 69, (1954): 1069

51. Schropp, W. und Lohner, J.: Vorläufige Betrachtungen der bisherigen Offenstallversuchsergebnisse bei Milchvieh auf dem Veitshof. Zchtgskde. 29, (1957): 105

52. Stahl, W.: Diskussion Tagunsberichte Nr. 23, (1960):125. Deutsche Akad. d. Landwirtschaftswissenschaft, Berlin

53. Staffe, A.: Haustier und Umwelt. Verlag P. Haupt, Berlin 1948

54. Stegenga, Th.: Der Einfluß des Lichtes auf verschiedene Lebensprozesse bei den Haustieren. Landw. Zentralbl. 3, (1960): 908

55. Stejmann, S.J.: Die Veredlung der Milchviehherde. Verlag Kult. u. Fortschr. Berlin 1952

56. Stietenroth, K.: Stallklima als Normungsaufgabe. Berl. u. Mün. Tierärztl. Woschr. 72, (1959):92

57. ders.: Hygienische und wärmewirtschaftliche Forderungen beim Stallbau und Stallbetrieb. Veröff. d. Inst. f. Schall-u. Wärmeforsch. d. Techn. Hochsch. Stuttgart, Heft 5, (1934): 83

58. ders.: Stallhygienische Untersuchungen. Landwirtschaftsverl. Hiltrupp (1955)

59. Streckmayer, H.: Zit. nach Rolle (45)

60. Tangl, H.: Die wärmeregulierende Fähigkeit der Haustiere.
Tierzucht 10, (1956): 418

61. Thompson, H.J., Worstell, D.M. und Brody, S.: Zit. nach Kalich (20)

62. Trillat, Ph.: Zit. nach Ohl (41)

63. Worstell, D.M. und Brody, S.: Zit. nach Kalich (20)

64. Zorn, W.: Stellverbesserung und Stallneubau.
Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1949

Am Ende dieser Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. A. Meyn für die freundliche Überlassung des Themas.

Besonderen Dank möchte ich auch Herrn Professor Dr. J. Kalich aussprechen, für die jederzeit freundliche und wertvolle Unterstützung.

## VII. LEBENSLAUF

Ich, Ferenc Szoldatits, wurde am 4. 12. 1933 als Sohn des Landwirts Ferenc Szoldatits und seiner Ehefrau Maria, geb. Rumpel, in Szentpeterfa/Ungarn geboren.

Nach vierjähriger Volsschulzeit besuchte ich das Gymnasium in Szombathely (Steinamanger) und legte dort 1953 die Reifeprüfung ab. Im September 1953 begann ich an der Tierärztlichen Hochschule in Budapest das Studium der Tierheilkunde und absolvierte 6 Semester. 1956 kam ich nach München und setzte im Mai 1957 mein Studium an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München fort. Im August 1959 legte ich hier die Tierärztliche Prüfung ab.